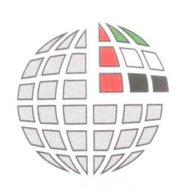




الدراسات المستقبلية

مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية

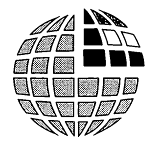
الدراسات المستقبلية

محتوىٰ الكتاب لا يعبر بالضـرورة عن وجهة نظر المركز

الطبعة الأولى 2019

النسخـــة العاديـــــة ISBN 978-9948-38-748-0
النسخة الإلكترونية ISBN 978-9948-13-749-7

توجه جميع المراسلات إلى العنوان الآتي:
مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية
ص. ب: 4567
أبوظبي ـ دولة الإمارات العربية المتحدة
هاتف: +9712-4044541
فاكس: +9712-4044542
E-mail: pubdis@ecssr.ae
Website: http://www.ecssr.ae



مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية

الدراسات المستقبلية

مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية

أنشئ مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية في 14 مارس 1994؛ بهدف إعداد البحوث والدراسات الأكاديمية للقضايا السياسية والاقتصادية والاجتماعية المتعلقة بدولة الإمارات العربية المتحدة ومنطقة الخليج والعالم العربي. ويسعى المركز لتوفير الوسط الملائم لتبادل الآراء العلمية حول هذه الموضوعات، من خلال قيامه بنشر الكتب والبحوث وعقد المؤتمرات والندوات. كما يأمل مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية أن يسهم بشكل فعال في دفع العملية التنموية في دولة الإمارات العربية المتحدة.

يعمل المركز في إطار ثلاثة مجالات هي مجال البحوث والدراسات، ومجال إعداد الكوادر البحثية وتدريبها، ومجال خدمة المجتمع، وذلك من أجل تحقيق أهدافه الممثلة في تشجيع البحث العلمي النابع من تطلعات المجتمع واحتياجاته، وتنظيم الملتقيات الفكرية، ومتابعة التطورات العلمية ودراسة انعكاساتها، وإعداد الدراسات المستقبلية، وتبني البرامج التي تدعم تطوير الكوادر البحثية المواطنة، والاهتمام بجمع البيانات والمعلومات وتوثيقها وتخزينها وتحليلها بالطرق العلمية الحديثة، والتعاون مع أجهزة الدولة ومؤسساتها المختلفة في مجالات الدراسات والبحوث العلمية.

المحتويات

تقديم

استمراراً للنهج الذي يتبناه مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجيَّة، منذ إنشائه، بجعل شعار "استشراف المستقبل" هدفاً ودستور عمل للمركز، جاء المؤتمر السنوي الثالث والعشرون للمركز ليحمل عنوان "الدراسات المستقبلية"؛ حيث سلَّط هذا المؤتمر الضوء على مجموعة من القضايا المستقبلية، لتحديد طبيعة تداعياتها على دولة الإمارات العربية المتحدة ودول المنطقة بوجه عام، وكيفية التعامل الفاعل والبنَّاء معها. ولا يخفى على أحد هنا الاهتمام المتزايد بالدراسات المستقبلية، في الآونة الأخيرة، ليس من جانب مراكز البحوث والدراسات والتفكير في المنطقة والعالم فحسب، وإنما من جانب الحكومات وصانعي القرار أيضاً؛ لأن التطور المتسارع وغير المسبوق، في مختلف المجالات، بات يفرض على الجميع العمل من أجل استشراف المستقبل، ووضع الخطط اللازمة لمواكبة هذا التطور.

إن تخصيص مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية مؤتمره السنوي الثالث والعشرين لقضية الدراسات المستقبلية، إنما يعكس وعياً كاملاً بأهميتها منذ إنشائه في عام 1994؛ حيث يولي المركز اهتماماً استثنائياً للدراسات المستقبلية في المجالات كافة، في إطار متابعته مختلف التطورات الإقليمية والدولية، والسعي إلى استشراف مساراتها المستقبلية، بما يخدم متطلبات عملية التنمية في دولة الإمارات العربية المتحدة من ناحية، ويواكب طموحاتها المستقبلية من ناحية ثانية.

لقد باتت التطورات المتسارعة، التي تشهدها المنطقة والعالم من حولنا، وما تفرضه من تحديات مختلفة، اقتصادية وأمنية وعسكرية واجتماعية وثقافية، تتطلَّب استقراء

تداعياتها وتأثيراتها المباشرة وغير المباشرة في دول المنطقة؛ من أجل التوصل إلى رؤى استشرافية تساعد صانعي القرار على كيفية التعامل البنَّاء معها، وخاصة أننا أصبحنا نعيش في عصر الأزمات والكوارث؛ وهو ما يستدعي بالضرورة الاهتمام بالدراسات المستقبلية؛ من أجل تفعيل الاستراتيجيات الوقائية لمواجهة أي تحديات أو أزمات محتمَلة في المستقبل.

وتقدم دولة الإمارات العربية المتحدة نموذجاً ملهماً للدول التي تستثمر في صناعة المستقبل، وامتلاك أدواته، بما تملكه من رؤى واضحة واستراتيجيات محددة المعالم والأهداف، وآليات واضحة لتنفيذها، وترجمتها على أرض الواقع، وهذا ما تجسده كل من "رؤية الإمارات 2021" التي تسعى إلى أن تكون دولة الإمارات العربية المتحدة من أفضل دول العالم في العيد الخمسين لإنشائها، و"مئوية الإمارات 2071" التي تستهدف الوصول بها إلى أن تكون أفضل دولة في العالم، وأكثرها تقدماً، بحلول الذكرى المئوية لتأسيس دولة الاتحاد.

وإنني على ثقة بأن هذا الكتاب، الذي يوثق ما تضمنته أهم الأوراق البحثية التي ألقيت في المؤتمر، والتي أعدها وقدمها نخبة من الباحثين والخبراء والمتخصِّصين من مختلف دول العالم، سوف يمثل إضافة معرفية جيدة؛ ويواكب الرؤى المستقبلية والطموحة لدولة الإمارات العربية المتحدة في المجالات المختلفة؛ وذلك لكي تظل دولتنا الحبيبة نموذجاً ملهماً في التنمية المستدامة، ونافذة العالم لاستشراف المستقبل.

أ. د. جمال سند السويدي

مدير عام المركز

مقدمة

تحظى الدراسات المستقبلية بأهمية كبيرة في عالمنا المعاصر؛ فقد أصبحت من الضروريات التي لا غنى عنها للدول والمؤسسات على حدٍّ سواء؛ فالتطور المتسارع وغير المسبوق في مختلف المجالات يحتِّم على الدول والشعوب العمل باستمرار على استشراف المستقبل، ووضع الخطط اللازمة لمواكبة تلك التطورات. كما أن الدول التي تسعى إلى تعزيز مكانتها الاقتصادية، والارتقاء بمستوى شعوبها، وتحقيق أعلى معايير ودرجات الرفاهية لها، يجب أن تنظر بعين الحاضر إلى المستقبل؛ وذلك بالطبع بناءً على دراسات عقلانية وموضوعية.

ويُعَدُّ تحليل التطورات المستقبلية باتباع الطرق العلمية مدخلاً إلى تطوير التخطيط الاستراتيجي، ويساعد على ترشيد عمليات صنع القرار؛ حيث يقدِّم قراءة واقعية لما يمكن أن يحدث في المستقبل، ويوفر سيناريوهات متعدِّدة، ومن ثَمَّ مجموعة واسعة من البدائل والخيارات الممكنة التي تساعد صنَّاع القرار على مواجهة التحديات، وفي الوقت نفسه تجنُّب الأزمات قبل وقوعها، أو -على الأقل- التخفيف من حدَّتها وآثارها.

ومن هنا جاءت أهمية المؤتمر السنوي الثالث والعشرين لمركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية؛ حيث تناول موضوعاً في غاية الأهمية، بل هو الشغل الشاغل للمخططين الاستراتيجيين ولصناع القرار، وخاصة في دولة الإمارات العربية المتحدة التي تتبنَّى خططاً مستقبلية؛ وفقاً لرؤى طموحة تسعى من خلالها إلى أن تكون الدولة الأفضل في العالم بحلول الذكرى المئة لتأسيسها. ويعكس تخصيص مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية مؤتمره السنوي الثالث والعشرين لقضية الدراسات المستقبلية وعياً كاملاً بأهمِّيتها منذ إنشائه في عام 1994؛ حيث يولي هذه الدراسات اهتماماً استثنائياً،

في إطار مواكبته التطورات الإقليمية والدولية المختلفة، ويسعى إلى استشـراف مساراتها المستقبلية؛ بما يخدم متطلبات عملية التنمية في دولة الإمارات العربية المتحدة من ناحية، وطموحاتها المستقبلية من ناحية ثانية.

ويأتي هذا الكتاب موثِّقاً لأهم أعمال المؤتمر السنوي الثالث والعشرين للمركز، الذي حمل عنوان "الدراسات المستقبلية"، وجاء في أربعة محاور رئيسية: تناول المحور الأول منها مستقبل الاقتصاد، حيث تمت مناقشة مستقبل الطاقة وحاجة العالم إليها، والتكتلات الاقتصادية الإقليمية، ومستقبل القوى الاقتصادية العالمية، والابتكار ومستقبل اقتصاد الإبداع. أما المحور الثاني؛ فقد سلط الضوء على الدراسات المستقبلية والتغيرات الطبية، بما فيها الثورة الجينية، وبزوغ فجر الطب الشخصي، وشيخوخة المجتمعات، والحاجة إلى إعادة تصميم أنظمة الرعاية الصحية، وعصر ما بعد المضادات الحيوية. في حين ركز المحور الثالث من المؤتمر على مستقبل السياسة والعلاقات الدولية، ومستقبل الاستقرار السياسي في ظل حروب الجيلَين الرابع والخامس، والعلاقات الدولية في عصر ما بعد العولمة، والتهديدات الأمنية المستقبلية، وخاصة الأمن الإلكتروني. أما المحور الرابع والأخير؛ فقد ركز على تكنولوجيا المستقبل، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، والروبوتات ومصير الجنس البشري، وتكنولوجيا التواصل الاجتماعي، وأثرها في إعلام المستقبل، وتكنولوجيا النانو، وتطبيقاتها وتداعياتها.

ويأتي هذا الكتاب كذلك تأكيداً لحرص مركز الإمارات للدراسات والبحوث الاستراتيجية على أن يسهم مؤتمره السنوي الثالث والعشرون، بمناقشاته ومخرجاته، في زيادة الوعي الفعليِّ بالمستجدات المستقبلية في المنطقة والعالم في مختلف المجالات، ورصد التداعيات المترتبة عليها، ووضع الخطط الملائمة للتعامل معها والاستعداد لها؛ فمن خلال فصول الكتاب السبعة ناقش المشاركون أهم مجالات الدراسات المستقبلية؛ فكانت البداية مع جان لو سمعان، الذي تناول في الفصل الأول من الكتاب التطورات التي طرأت على فن الحرب خلال العقدين الماضيين، وتتطرَّق إلى كيفية تأثير هذه التغيرات في معايير

الاستقرار السياسي، خاصة في منطقة الشرق الأوسط. واستند هذا الفصل إلى نظريات مثل نظريَّتي الجيل الخامس من الحروب، والحرب الهجينة، ليلقي الضوء على المنطق الجديد للصراع؛ الذي يزجُّ بالمجتمعات على نحو مطَّرد في ساحات القتال، جاعلاً من القوات العسكرية واحداً من ضمن مكوِّنات كثيرة للحروب الحديثة. ونتيجة لذلك أضحت الحاجة ملحَّة إلى إعادة النظر في بعض الافتراضات الرئيسية لاستراتيجيات الأمن القومي الحديثة. ومن أجل تحقيق هذا الهدف يستعرض سمعان التحولات العسكرية الكبرى، التي حدثت خلال القرنين الماضيين، وكيفية تناول الأوساط الأكاديمية تلك التحولات. ومن ثمَّ يحدد السمات الرئيسية لما تُعرَف بالحرب الهجينة؛ بصفتها فناً حربياً جديداً، وذلك من خلال دراسة روسيا وإيران بصفتهما حالتين معاصرتين. وفي النهاية يناقش السبل والوسائل التي يمكن لدولة الإمارات العربية المتحدة، وعلى نحو أشمل العالم العربي، اللجوء إليها لمواجهة هذه التحديات الحديثة.

وفي الفصل الثاني ناقش عمر العبيدلي وزميلته ساندرا بركارد العلاقات الدولية في عصر ما بعد العولمة، حيث أكدا أن العولمة تُماثل التقدم التكنولوجي، من حيث دورها في زيادة حجم الاقتصاد العالمي؛ غير أنها أدت إلى معاناة بعض فئات المجتمع من تدنِّي مستويات المعيشة، حتى وإن كان ذلك لفترة قصيرة، وهذه الثغرة –أي عدم قدرة العولمة على استيعاب جميع فئات المجتمع في الانتفاع منها– تفاقمت على الساحة السياسية؛ نتيجة لنزعات الانغلاق الذاتي لدى الشعوب، ولعل هذا يشبه إلى حدٍّ كبير تلك الفترة التي سبقت اندلاع الحرب العالمية الثانية، عندما أدى تباطؤ معدل النمو الاقتصادي إلى موجة عنيفة من مناهضة العولمة، أسفرت بدورها عن اتساع نطاق الدعم لمرشحي التوجهات الشعبية على جانبي الساحة السياسية؛ ما هيأ المجال لظهور الأجندات الانعزالية، والأجندات التي تميل إلى كره الأجانب في بعض الأحيان، إلا أنَّ هذه النزعات كافةً قامت على مفاهيم مغلوطة للدور الذي يمكن أن تسهم به العولمة في تحقيق الازدهار الاقتصادي. ويؤكد العبيدلي وزميلته أنَّ الدور الأهم الذي يجب أن يشغل اهتمام صانعي السياسات في العالم، خلال السنوات المقبلة، يتمثل في ضرورة توعية الشعوب ورجال

السياسة على السواء بمزايا التجارة الحرة والهجرة والاستثمار الأجنبي، ومواجهة النزعة التجارية الجديدة (المركنتيلية).

أما في الفصل الثالث؛ فيرى توني بريسكوت وزميلاه بول إف إم جي فيرشور، وخوسيه هالوي، أن البشرية وصلت في العصر الحالي إلى أقصى حدود إمكانياتها بسبب الكثير من العوامل المادية والبيولوجية والنفسية والثقافية والاجتماعية والاقتصادية المتداخلة، وهي التي تشكل في مجملها شبكة من المخاطر المعقَّدة والمفهومة جزئياً إلى حد ما. وبينما بدأ البحث والتساؤل حول الحياة الفاضلة، أو ما يُعرف بالتقدم والازدهار، مع العصر الكلاسيكي؛ فإن البشرية تجد نفسها الآن وبعد 2500 عام في موضع تكون فيه الإجابات عن هذا التساؤل إما حلولاً فرضتها الظروف القاهرة، وإما إنجازات جاءت نتيجة لإبداع الإنسان وقوة عزيمته. وحتى يتم استكمال هذه الإنجازات البشرية؛ فإن الخطوة الحاسمة يجب أن تكون إعلان أن الإنسان هو عامل الخطر الرئيسي؛ ومن ثمَّ؛ فإن خطوة للتقليل من حدَّة هذا الخطر تتطلب التغلب على ضعف البشر؛ الأمر الذي يتطلب بدوره فهماً عميقاً للوضع البشري بكل تقلباته، وهو الفهم الذي نفتقده في الوقت الراهن، إلى جانب الافتقار إلى نظرة محدَّدة الأطر للطريق الذي يجب أن تسلكه البشرية نحو التقدم؛ ولذلك جاء بيان مشروع الإنسان المتطور (S5.0) الذي يتصدى لهذا التحدي العظيم، من خلال تطوير حلول متعددة الاختصاصات، تركز على المستقبل، وتعمل على إيجاد تكامل بين العلم، والعلوم الإنسانية، والحكم، وقطاع الأعمال، والمجتمع؛ على أن تكون نواة هذه الحلول هي التعاون المتقدم والمستدام بين البشر والذكاء الاصطناعي، وتسخيرهما لخدمة بناء مجتمع عالمي مستدام يتمتع بالعيش الكريم.

ويستعرض سعيد جرادات، في الفصل الرابع من الكتاب، الجوانب الثورية للطب الجينومي، من التشخيص الجزيئي إلى الطرق العلاجية الشخصية التي تعتمد على الجينوم، والتقنيات العالية الوتيرة مثل الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي (next-generation sequencing) والرقائق الدقيقة (microarray platforms)، كما يتناول أثر تلك التقنيات

في الطب الدقيق، أو الطب الشخصي لجينوم السرطان، وأمراض الوراثة المندلية، مع التركيز بوجه خاص على الأمراض المُعدية. ويخلص جرادات إلى أن تقنيات تحديد تسلسل الجينوم العالية الوتيرة قد ساعدت، على غرار الرقائق الدقيقة والجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي، على الإسراع بوتيرة اكتشاف الأصل الجيني، ومن ثم التعرُّف إلى هدف العلاج الجزيئي الجديد، ويرى أنه على الرغم من أن النتائج الجينية تمثل حجر الأساس للطب الدقيق/ الطب الشخصي، فإن هناك عناصر أخرى لا تقل عنها أهمية عند تنفيذ التدخلات الوقائية على مستوى السكان، مثل البيئة ونمط الحياة.

وفي الفصل الخامس يتناول مارك بلاسكوفيتش قضية مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية، التي باتت تمثل أزمة عالمية تلقي بظلالها على صحة شعوب العالم ورفاهيتهم الاقتصادية، وإن لم تُتَّخَذ الإجراءات للتصدي لها؛ فسوف يؤدي تفشي الميكروبات الفائقة إلى خلق حالة تعود بنا، وفق تحذيرات منظمة الصحة العالمية، إلى "عصر ما قبل المضادات الحيوية"، وتشير الدراسات إلى أن هذه الميكروبات سيكون في استطاعتها القضاء على نحو 10 ملايين شخص سنوياً بحلول عام 2050؛ إذ إنه في حال عدم وجود مضادات حيوية؛ فإن التهابات بسيطة قد تسبب الوفاة، كما أن بعض الأدوية لن تكون نافعة، مثل: علاجات السرطان، والكثير من العمليات الجراحية البسيطة. ولمواجهة هذا الأمر يرى بلاسكوفيتش أن ثمَّة مقترحات للحل، من بينها: العمل بشكل عقلاني على تحسين الأصناف الموجودة من المضادات الحيوية؛ وهي طريقة قد تكون فعَّالة خلال السنوات العشر المقبلة. كما يمكن "إعادة اكتشاف" المضادات الحيوية القديمة، التي تم اكتشافها خلال العصر الذهبي للمضادات الحيوية في الخمسينيات والستينيات من القرن الماضي؛ لأن الكثير من تلك المضادات، التي تم تطويرها خلال تلك الفترة، لم تصل إلى جانب كبير من البشر. وثمَّة خيار آخر يكمن في اكتشاف تنوع كيميائي جديد وغير مجرَّب من قبل، من خلال العودة مرة أخرى إلى المنتجات الطبيعية، وقد تم بالفعل القيام بالكثير من المحاولات من أجل إعادة ضخ دماء جديدة في المنتجات الطبيعية؛ بهدف استغلالها في صناعة مضادات حيوية.

ويتناول نبيل نجا، في الفصل السادس، موضوع شيخوخة المجتمعات، والحاجة إلى إعادة تصميم أنظمة الرعاية الصحية، حيث يرى أن العالم يعيش تحولاً ديموغرافياً لا سابق له منذ أواخر القرن الماضي؛ ما حدا بالأمم المتحدة في سنة 1982 إلى عقد الجمعية العالمية الأولى حول الشيخوخة في مدينة فيينا في النمسا، التي نتج عنها خطة عمل تناولت جوانب متعدِّدة في إطار مسألة الشيخوخة، منها: الصحة، والتغذية، والحماية الاجتماعية، والسكن، والبيئة والتعليم. ويؤكد نجا أن عالمنا العربي يعيش التحول نفسه، ولكن بوتيرة مختلفة بين دولة وأخرى، وتتجاوز نسبة كبار السن في بعض هذه الدول 10٪؛ وذلك نتيجة عوامل عدة أهمها قلة الولادات، وانخفاض معدل الوفيات، والهجرة. ويرى أنه كنتيجة محتَّمة لهذه التحولات يجب الانكباب جدياً على دراسة العلوم المرتبطة بالشيخوخة في مختلف الجوانب، والتفكر ملياً في إعادة تصميم أنظمة الرعاية الصحية العامة التي أهملت هذه المرحلة العمرية لعقود؛ وبالتالي وضع دراسات مستقبلية تكون ركيزة لوضع استراتيجيات عملية لتفعيل دور كبار السن في المجتمع، وتحويلهم إلى عنصر إيجابي يسهم في التنمية والتطور.

أما الفصل السابع والأخير؛ فيتناول تكنولوجيا التواصل الاجتماعي وأثرها في إعلام المستقبل، حيث يستعرض زهير الطاهات التطورات المتسارعة في تكنولوجيا الاتصال، وظهور ما تُسمَّى مواقع التواصل الاجتماعي، التي أكدت أن شبكة الإنترنت قد أصبحت وسيلة اجتماعية فاعلة للتواصل والتعارف، وتبادل المعرفة، وإثراء الخبرات بين البشر حول العالم. كما أدى ظهور مواقع التواصل الاجتماعي بأشكالها المختلفة إلى تغير طبيعة العملية الاتصالية برمتها؛ فقد أضحت هذه المواقع هي وسائل الإعلام الجديدة التي تتقدم الصفوف في سرعة نقل الحدث وإيصاله إلى عدد كبير جداً من المتابعين. وتشير الدراسات الحديثة إلى أنه في ظل التطور المتسارع في تقنيات الاتصالات والمعلومات التقنية ووسائل الإعلام الجديدة؛ فقد بلغ عدد مستخدمي الإنترنت في العالم نحو ثلاثة مليارات ونصف المليار شخص؛ بنسبة تصل إلى 46٪ من مجمل عدد سكان

العالم؛ وهو ما يشــير إلى تزايـد أهميـة الإعـلام القـائم عـلى وسـائل الإعـلام الجديـدة في المسـتقبل. ويؤكـد الطاهـات أن اسـتخدام الصـحفيين والإعلاميـين وسـائل التواصـل الاجتماعي وتطبيقاتها المتعددة يخضع، بشكل عام، للمواثيق الأخلاقيـة، وآليـات المسـاءلة المتصلة بالإعلام التقليدي؛ فالصحفي أو الإعلامـي لـيس حـراً في الفضـاء الافتراضــي يتصـرف كما يشاء من دون قيد كما يعتقد الكثيرون؛ ذلك أن انـتماءه إلى مؤسسـة إعلاميـة حريصة على مصداقيتها ومكانتها ورسالتها، إضـافة إلى المسـؤولية الاجتماعيـة للصـحفي بصفته فاعلاً اجتماعياً يقوم بأدوار أساسـية في المجتمع، يقتضـيان منه أن يتصـرف بطريقة مسؤولة تراعي حقوق الآخرين وخصوصـياتهم، وقواعد العمل الصـحفي وأخلاقياتـه.

أما فيما يتعلق بمستقبل الإعلام؛ فيرى الطاهات أنه يمكن الحديث عـن اختفـاء الجـدران والصالات المغلقة للصحافة مقابل الانفتاح المباشـر على العالم وبسـرعة مضاعفة عمَّا هـي عليه الآن، وخاصة مع ظهور وسائل اتصال مثل الموبايل؛ فقد ظهر لدينا ما أصبح يعـرف باسم "صحافة الموبايل"، التي تتضمَّن استقبال المعلومات والصور، ومعالجتهـا، وإعـادة بثها بسـرعة إلى عدد هائل من المتابعين والمهتمين حول العالم.

الكلمة الرئيسية

معالي الشيخ نهيان مبارك آل نهيان*

إن موضوع هذا المؤتمر، وهو الدراسات المستقبلية، يتوافق تماماً مع توجيهات صاحب السمو الشيخ محمد بن زايد آل نهيان، ولي عهد أبوظبي، نائب القائد الأعلى للقوات المسلحة، حفظه الله، لنا جميعاً بأن نعمل بثقة وبكل جدِّية من أجل بناء المستقبل: ندرك تطوراته، ونعي أبعاده، ونسهم بكل قدرة وعزيمة في تشكيل عناصره ومعالمه، ونسعى دائماً إلى تحقيق الاستخدام الأمثل لموارد الدولة كافة، البشرية والتقنية، بل المادية والمعنوية؛ من أجل تحقيق مستقبل ناجح ومزدهر في الدولة والعالم. إننا اليوم، ونحن نعبِّر عن شكرنا لسموه، نعبر كذلك عن فخرنا واعتزازنا بقيادته الحكيمة ورؤيته الصادقة والصائبة للحاضر والمستقبل في هذا الوطن المعطاء.

إن الاهتمام بالمستقبل، واستشراف آفاقه، من الأمور الثابتة والأصيلة في مسيرة دولة الإمارات العربية المتحدة؛ فقد كان ذلك دائماً أمراً واضحاً تماماً في فكر وتخطيط وعمل مؤسس الدولة العظيم، المغفور له، بإذن الله تعالى، الوالد الشيخ زايد بن سلطان آل نهيان، عليه رحمة الله ورضوانه، وهو رجل الحكمة، ورجل السلام والتسامح، ورجل البناء والتعمير. إننا ونحن نحتفل الآن بعام زايد الخير نعتز ونفتخر بأنه كان دائماً يعمل للحاضر، ويستعد للمستقبل، بما كان معروفاً عنه من حكمة وشجاعة وعدل واعتدال وكرم وإنسانية، بل تسامح فريد، إلى جانب الحرص على تحقيق الخير للجميع. كان، رحمة

---

* وزير التسامح – دولة الإمارات العربية المتحدة.

الله عليه، حكيماً في معرفة آفاق التطور في المستقبل، وفي تحديد مكانة الدولة في كل التطورات المتوقَّعة، كما كان شجاعاً في اتخاذ القرارات الحاسمة، التي تحدد طبيعة التغيير والتطوير في المجتمع حاضراً ومستقبلاً على السواء. كان المغفور له، بإذن الله تعالى، الوالد الشيخ زايد، حكيماً وشجاعاً وأخلاقياً إلى أبعد الحدود في التعامل مع كل ما يشهده العالم من تعدُّد في الأفكار والمعتقدات، وتطورٍ في العلوم والتقنيات، وتنافسٍ وصراع على القوة والنفوذ، وتغيرٍ في أنماط الهجرة واتجاهاتها بين سكان العالم، إلى جانب ما يحدث من تحالفات بين الدول، وتفاعل بين الحضارات والثقافات المتعددة. لقد تعلمنا من القائد المؤسس الحكمة في التعرُّف إلى جميع التحديات المحتمَلة والشجاعة في مواجهتها، والأخذ بمبادئ الإنسانية والعدل والاعتدال، والتسامح في التعامل مع الآخرين، واحترام قيمهم ومعتقداتهم. إننا اليوم، ونحن نتطلع إلى المستقبل، ونستعد للتعامل مع متطلباته وتطوراته، ندرك الحاجة الماسَّة في العالم إلى أن نأخذ بحكمة وشجاعة وفكر وسلوك المغفور له، بإذن الله تعالى، الوالد الشيخ زايد، رحمه الله رحمة واسعة.

إننا نحمد الله كثيراً على أن قادة دولة الإمارات العربية المتحدة يسيرون على النهج نفسه، الذي أرساه القائد المؤسس، في تلاحم قوي وفريد مع الشعب، في دولةٍ تنظر إلى المستقبل بالأمل والثقة، كما هو واضح في وجود وزارة متخصصة للمستقبل في دولة الإمارات. ونحن بحمد الله نعتز غاية الاعتزاز بما تشهده دولة الإمارات الآن من حيوية ونهضة وروح وثَّابة في ظل القيادة الحكيمة لصاحب السمو الوالد الشيخ خليفة بن زايد آل نهيان، رئيس الدولة، حفظه الله ورعاه، ونتقدم اليوم إلى سموه بأصدق آيات الشكر والامتنان تعبيراً مخلصاً عن اعتزازنا الكبير بكل ما يبذله سموه من أجل رفعة هذا الوطن وإعلاء شأنه. وأتقدم كذلك بعظيم الشكر وفائق التقدير إلى صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، نائب رئيس الدولة، رئيس مجلس الوزراء، حاكم دبي، رعاه الله، وإلى أخيه صاحب السمو الشيخ محمد بن زايد آل نهيان، ولي عهد أبوظبي، نائب القائد الأعلى للقوات المسلحة، حفظه الله، وإلى إخوانهما أعضاء المجلس الأعلى للاتحاد، حكام الإمارات، ونشكر لهم جميعاً التزامهم الكامل بتحقيق مستقبل ناجح ومزدهر في ربوع

الدولة كافة، على نحو يواكب التطور العالمي، ويأخذ بأفضل النظم والممارسات والاتجاهات في المجالات والميادين كافة.

إنني أحيِّي تركيزكم في هذا المؤتمر على الدراسات المستقبلية، وأرى في ذلك تجسيداً لدوركم المهم في تمكين المجتمع من توقع المستقبل، وتعبئة الجهود والإمكانيات للتعامل معه بنجاح. أنتم أصحاب الخبرة وقادة الفكر، تسهمون ببحوثكم ودراساتكم في توجيه البشر إلى التفكير في إمكانيات المستقبل واحتمالات تطوره، وصولاً بإذن الله تعالى إلى تعميق قدراتنا على تحديد الأهداف المنشودة لهذا المستقبل في كل مجتمع، وفي العالم كله. إنني أحيِّي ما تسعون إلى تحقيقه في هذا المؤتمر، وذلك على الرغم من اتفاقنا جميعاً على أننا لا نستطيع معرفة المستقبل بدقة كافية؛ ولكننا نستطيع؛ من خلال المناقشات والدراسات، أن نحدد كثيراً من معالمه، وأن نضع المقترحات التي يمكن أن تسهم في توجيهه وتشكيله في الاتجاه المطلوب.

لقد قرأت باهتمام كبير جدول أعمال المؤتمر، وأعجبني كثيراً المجالات والموضوعات الواردة فيه، والخبرات الواسعة للمتحدثين في كل مجال وموضوع. إنني أتفق معكم تماماً على أن حدوث طفرة كبرى في واحد أو أكثر من هذه المجالات سوف يؤدي من دون شك إلى تغييرات جذرية في مسيرة البشرية. وإنني أتفق معكم أيضاً على أن هذه التطورات المستقبلية المتوقَّعة قد تصبح مصدر قوة للبعض، ومصدر ضعف للبعض الآخر، ويصاحِب ذلك مخاطر وتحديات محتملة لبعض هذه التطورات، ولا بد من توقعها، والتعامل معها. إنني أتفق معكم على أن مستقبل العالم يتطلَّب العمل المشترك من أجل مواجهة تحديات التغير المناخي، وتحديات الإرهاب بأنواعه كافة، وتحديات المخاطر النووية، بل كذلك الآثار السلبية لبعض التقنيات والتطورات المحتملة. وأتفق معكم على أن العالم يمر الآن بمرحلة مهمة وخطِرة في تطوره، سوف تؤدي إلى تغييرات جذرية في طبيعة الحياة على هذا الكوكب. كما أنني أتفق معكم تماماً على أهمية تفهُّم كل ذلك، والإحاطة بكل المحركات وجميع الآثار الاجتماعية والثقافية والسلوكية التي تتصل به،

وتوجيهها الاتجاه السليم؛ تحقيقاً لمستقبل أفضل لهذا العالم بإذن الله. إنني أتفق معكم، أيها الإخوة والأخوات، على الحاجة الماسَّة، في ذلك كله، إلى انتقال العالم إلى مرحلة جديدة ورشيدة من ظاهرة العولمة يتم فيها التركيز بشكل أكبر على تنمية رأس المال البشري، وعلى تحقيق المساواة في التنمية بين الأفراد والجماعات والأوطان، مصحوبة بتشجيع التعاون والعمل المشترك، والتركيز على المسؤولية المجتمعية للجميع، والاعتزاز بالهوية والثقافة، وبناء العلاقات الدولية على أسس متكافئة؛ وذلك في إطارٍ من السعي الجماعي نحو تحقيق السلام والرخاء في العالم كله. كل هذا يجعلني أشكركم على إتاحة الفرصة في هذا المؤتمر لمناقشة هذه المسائل والأمور كلها.

إنني مع إدراكي الكامل أن الوقت أمامكم محدود في هذا المؤتمر؛ فإنني آمل، في ضوء كل ما تقدم، وبصفتي وزير التسامح في دولة الإمارات العربية المتحدة، أن يكون أمامكم مجال لمناقشة التطورات المتوقعة في المستقبل في طبيعة المجتمع البشري نفسه. وذلك باعتبار أن الاقتصاد والطاقة والتقنيات والطب، وما شابه ذلك، جميعها منتجات للمجتمع البشري. وهو نفسه، بسكَّانه ومؤسساته والقيم والمبادئ السائدة فيه، الذي يحدد الاستخدامات الآمنة والحميدة لكل التطورات فيه. وإنني أتفق تماماً مع وجهة النظر التي تقول إن الاهتمام بالجانب الإنساني والمجتمعي، عند دراسة المستقبل، هو أمر أساسي، وإنه من المهم للغاية إحداث التكامل المطلوب في دراسات المستقبل بين التطور في العلوم والتقنيات من جانب، والقضايا الإنسانية والاجتماعية من جانب آخر.

وآمل أن تتناول مناقشاتكم في هذا المؤتمر والمؤتمرات المقبلة، بإذن الله تعالى، التطورات المحتمَلة في بنيان المجتمعات البشرية في المستقبل، ومن هذه التطورات، على سبيل المثال، خصائص السكان، والعلاقات فيما بينهم في المستقبل، بما في ذلك ظاهرة التعددية والتنوع والاختلاف بين سكان المجتمع الواحد، وبين سكان العالم كله، في العمر والجنس والعرق والدين والثقافة، بل اختلافاتهم في المستويات الاقتصادية والاجتماعية والتعليمية، واختلافاتهم في أنماط توزيع الثروة بينهم. إنني واحد من أولئك الذين يرون

أن التعامل الناجح مع ظاهرة التنوع والتعددية في المجتمعات البشرية هو أحد التحديات المهمة للغاية التي تواجه العالم في القرن الحادي والعشرين.

إنني أتوقع كذلك، عند النظر إلى المستقبل، أن نهتم كثيراً بدراسة الأخلاق والقيم الإنسانية، وأن نؤكد معاً أن المجتمع البشري الآن، وفي المستقبل، هو انعكاس واضح وصريح للقيم والمبادئ السائدة فيه، فالقيم السائدة في المجتمع تنعكس في شخصية الفرد وسلوكه، وفي خصائص المجتمع، وفي قدرته على أن يكون مجتمعاً صالحاً ومنتجاً ومسالماً. وإنني آمل أن تتناول مناقشاتكم دور القيم والأخلاق في ترشيد عمليات اتخاذ القرار على كل المستويات، ودورها في تحقيق الاستخدام النافع لجميع التقنيات والتطورات في المستقبل. وأؤكد لكم أن الاعتزاز والالتزام بالقيم الإنسانية هما الطريق المؤكَّد لضمان تقدم العالم ونجاحه. إن المجتمعات التي تتمسك بالمبادئ الإنسانية هي مجتمعات ناجحة وقوية، وعلينا جميعاً أن نعي أن التطورات المختلفة في المستقبل قد تأتي، وقد تذهب، أو تتغير، ولكن القيم والمبادئ الإنسانية ثابتة دائماً، وهي التي تحدد المناخ اللازم لتحقيق التقدم والتنمية وخدمة آمال الجميع وطموحاتهم.

وأرجو أن تسمحوا لي؛ بصفتي وزير التسامح في دولة الإمارات العربية المتحدة، بأن أشير باختصار شديد إلى عدد من الملاحظات التي تتعلق بدور التسامح في تشكيل المستقبل وترشيد مسيرته. وأعرض ذلك أمامكم لأننا في وزارة التسامح نتطَّلع إلى العمل معكم من أجل نشر قيم التسامح والتعايش السلمي في المجتمعات البشرية في الحاضر والمستقبل على السواء.

والملاحظة الأولى هي أن المستقبل، الذي ننشده جميعاً للعالم، يتطلب العمل الدائم لإزالة كل ظواهر الكراهية والخوف من الآخر، ومعالجة الآثار غير الحميدة لظاهرة العولمة، ومنها ظواهر الخوف من الفقر، والخوف من العنف والإرهاب، والخوف من التهميش وفقدان الهوية. والتخلص كذلك من المفاهيم الخطأ عن الأديان والثقافات، وتغيير النظرة السلبية عن الطوائف والجماعات، وفتح قنوات التواصل والتعارف بين

الجميع. إن نجاحنا في ذلك يتحقق عندما ينتقل العالم، كما ذكرت، إلى المرحلة التالية من ظاهرة العولمة، وهي المرحلة التي تكون أكثر إنسانيةً، وأكثر تعاوناً، وأعظم التزاماً بتحقيق التنمية والمساواة في العالم. إن نجاحنا يتحقق عندما يعتاد الجميع والعالم تبادل الأفكار والعيش معاً بسلام، والاشتراك جميعاً في مسيرة المجتمع والعالم دونما تفرقة أو تمييز. إن نجاحنا في ذلك يتحقق عندما يتأكد لدى الجميع اعتزازهم بهويتهم وثقافتهم، ويتخذون من ذلك أساساً للتعايش والتوافق مع غيرهم دونما خوف أو قلق.

والملاحظة الثانية، وكما قلت، أن هناك دوراً مهماً في تحقيق ذلك للكتاب والمفكرين والباحثين، وللجامعات ومراكز البحوث ووسائل الإعلام. وهناك دور مهم كذلك لمؤسسات المجتمع المدني وللمنظمات العالمية المتخصصة. كما يتطلب الأمر تعليماً متميزاً في كل دول العالم، يعمل على تزويد الأجيال الجديدة بالقدرة على الإسهام الفاعل في مسيرة المجتمع، وتعميق اهتماماتهم بالقضايا المهمة في مسيرة البشرية. إن التعليم أداة أساسية لتنمية السلوك المجتمعي الحميد، ومنع الشباب من الانجذاب إلى العنف أو الإرهاب، وتأكيد مبادئ الأمل والتفاؤل لديهم. هُم بناة المستقبل، وهم الذين يحددون قدرة المجتمع في المستقبل على الابتكار والإبداع، وعلى تحقيق السلام والرخاء في ربوعه كافة.

والملاحظة الثالثة هي أننا في وزارة التسامح نهتم كثيراً بتنمية المعارف المرتبطة بالتسامح والتعايش السلمي، وندرس دائماً، وبصفة خاصة، خصائص المجتمع المتسامح الذي ننشده في دولة الإمارات، والذي نأمل أن يكون نموذجاً يحتذى به في العالم كله أيضاً. هذا المجتمع المتسامح الذي نعيش فيه الآن بدولة الإمارات، ونسعى دائماً إلى دعمه وتقويته في المستقبل، إنما هو مجتمع يشجع الجميع على التعاون والعمل معاً من أجل تحقيق أهداف اقتصادية ومجتمعية وتقنية مشتركة. المجتمع الذي ننشده الآن وفي المستقبل هو مجتمع يحرص على تحقيق السعادة للفرد، والرضا والتقدم للجميع. إنه مجتمع يتمتع فيه السكان بصفات نبيلة، ويحظى بقيادة مخلصة ورشيدة. هذا المجتمع تحكمه قوانين وتشريعات عادلة، ويوفِّر أمام الجميع فرصة الإسهام الكامل في مسيرة المجتمع.

وبالإضافة إلى ذلك؛ فإننا نرى أن المجتمع الناجح، مثل مجتمع دولة الإمارات، تتواصل فيه الأجيال في محبة وتناغم وانتماء. إنه المجتمع الذي يحافظ على تراثه، ويتمسك بقيمه ومبادئه، كما أنه ينفتح على العالم بثقة ويقين. إن علينا أن نتفهَّم جيداً أن تجربتنا في دولة الإمارات تؤكد أن التسامح والتعايش السلمي ليسا قيمتين أخلاقيتين فقط، بل هما كذلك الطريق إلى مستقبل آمن ومتطور يتحقق فيه التقدم الاقتصادي والمجتمعي الهادف والمرموق.

إنني أشير إلى ذلك كلِّه في معرض الحديث عن الدراسات المستقبلية؛ لأننا في وزارة التسامح نرى أن عملنا يرتبط مباشرة بتشكيل مستقبل المجتمع والعالم. كما أننا ندرك أن نجاحنا يتطلب التعاون والعمل المشترك مع الجميع. إننا في الوزارة نتطلَّع دائماً إلى العمل معكم، ومع كل فعاليات ومؤسسات المجتمع والعالم؛ من أجل تعزيز قيم دولة الإمارات من منع التطرف والعنصرية والكراهية والإرهاب، وتحقيق تقدم البشرية في الميادين كافة؛ حتى يكون ذلك كله أساساً متيناً لبناء المستقبل الزاهر في العالم على أسس راسخة وقوية تسمح بتحقيق أقصى ما وهبه الله للإنسان من طاقات وإمكانيات، بها يحدث التقدم الهائل والمطلوب، ويتحقق الاستخدام النافع والرشيد في التطورات المستقبلية في المجالات كافة، ومن خلالها تتحقق السعادة، وينتشر الرخاء والسلام في ربوع العالم كله. الإنسان، أيها الإخوة والأخوات، هو محرك التطور، وهو الذي يحدد طبيعة المستقبل في العالم، كما أنه هو الذي يحقق الإفادة المثلى من كل التطورات الممكنة، أو المحتملة في هذا المستقبل.

الكلمة الرئيسـية

السيد توماس فري*

إننا نعيش مع مجتمع ماضويٍّ جداً في نظرته؛ لأننا جميعاً عشنا الماضـي. ولكننا سـوف نمضـي بقية حياتنا في المستقبل؛ لذا فإن علينا أن نستوعب كل ما يحمله لنـا هـذا المسـتقبل من تطورات في مجالات العلم والتكنولوجيا. ونحن فـي معهـد دافنشـي نمضـي وقتـاً طويلاً في التفكير في المستقبل وقضـاياه؛ فلقـد قمـتُ بإعـداد ورقـة عـن 192 اسـتخداماً للطائرات مـن دون طيـار (الـدرونز)، متسـائلاً: مـاذا لـو أضـيفت قـدرات أخـرى إلى الطائرات من دون طيار، مثل السماعات، أو مكبرات الصوت، أو أيـدٍ آليـة، أو مطلِقـات أشعة ليزر، أو عجـلات حتـى يمكـن قيادتهـا عـلى الأرض، أو مظلـة، أو حبـل سـحب لتسحبنا به خلفها؟

أما أجهزة الاستشعار؛ فتُعَدُّ مجالاً من مجالات الاهتمام أيضاً. ومؤخراً نظَّـم الـدكتور جانوس بريزيك (Janusz Bryzek) "قمة التريليون جهاز استشعار" التي أُنيط بها تحديـد العام الذي سوف يبلغ فيه عدد أجهزة الاستشعار في العالم تريليـون جهـاز، وقـد قُـدِّر أن يحدث ذلك في عام 2022، في حين سوف يبلغ عـددها 100 تريليـون جهـاز بحلـول عـام 2036.

إن التقدم العظيم الآخر الذي نشـهده اليـوم هـو الـذكاء الاصـطناعي؛ فـنحن عـلى أعتاب ثورة سوف تغيِّرنا بطرق لا يمكن تصوُّرها. وقريباً سوف تملك كيانات، مثل المدن

* متحدث في الشؤون المستقبلية، المؤسس والمدير التنفيذي لمعهد دافينشـي، كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكية.

أو الفرق الرياضية أو المؤسسات الإخبارية أو الكليات أو المتنزهات الترفيهية، أساطيلها الخاصة من الطائرات من دون طيار. وإذا كان هناك نحو 50 ألف طائرة من دون طيار تحلّق في أجواء أي مدينة عادية بشكل يومي؛ فلا بد أن نتساءل حينها كيف ستتمكن هذه المدينة من التكيف معها وإدارتها؟ وماذا ستكون المعايير القانونية المتعلقة بالخصوصية؟ ومن سيمتلك الحق في إسقاط الطائرات من دون طيار من الجو؟ وهل سيكون هناك ضرورة لفعل ذلك؟

كما أن هناك العديد من الملامح المستقبلية للذكاء الاصطناعي يمكن أن نشهدها قريباً؛ فأساطيل الطائرات من دون طيار، بعد أن تزوَّد بأجهزة الاستشعار والذكاء الاصطناعي، سوف تصبح قادرة على إنشاء نماذج رقمية للمدن.

إن المستقبل يهدينا فرصاً فريدة؛ وسوف تتغير البشرية في غضون العشرين سنة المقبلة أكثر مما تغيرت طوال التاريخ البشري بأكمله، وهذا يحمل في ثناياه مخاطر كثيرة، واحتمالات أن تسير كثير من الأمور على غير ما يرام؛ لذا فعلينا أن نتذكر دائماً أن أحفادنا يعوِّلون على حكمتنا في عملية اتخاذنا القرارات.

الفصل الأول

مستقبل الاستقرار السياسي في ظل حروب الجيلين الرابع والخامس

جان لو سمعان*

المقدمة

ألقى معالي الدكتور أنور محمد قرقاش، وزير الشؤون الخارجية والتعاون الدولي في دولة الإمارات العربية المتحدة؛ استجابة للدعوة التي وُجهت إليه للمشاركة في منتدى "حوار المنامة 2017"، الذي ينظمه المعهد الدولي للدراسات الاستراتيجية (Internation Institute for Strategic Studies)، خطاباً استعرض فيه كيف ترى دولة الإمارات العربية المتحدة دورها في ظل البيئة الأمنية الإقليمية المعاصرة؛ حيث أوضح معاليه أن الدولة تعمل بجد على المستوى الإقليمي "باتجاه العودة إلى الاستقرار، وهذه العودة تتم بعد أكثر من عقد من الفوضى، وعقد من التحديات؛ حيث إننا رأينا أن هذه التحديات تؤثر في الوضع بشكل عام على ضوء الإرهاب والتطرف".[1]

ويمكن قراءة الخطاب بوصفه ملخصاً لاستراتيجية دولة الإمارات العربية الشاملة؛ حيث يؤكد الخطاب أهمية الاستقرار السياسي، في الداخل والخارج، لضمان أمن وازدهار الدولة، كما أنه يناقش أيضاً تحديين متداخلَين، يرى معالي الدكتور أنور قرقاش،

---

* يعمل جان لو سمعان أستاذاً مساعداً بكلية الدفاع الوطني في دولة الإمارات العربية المتحدة. والآراء الواردة في هذا الفصل هي آراء الباحث الذي يكتب بصفته أكاديمياً، ولا تعكس بأي حال من الأحوال آراء كلية الدفاع الوطني بدولة الامارات العربية المتحدة، أو حكومة دولة الإمارات العربية المتحدة.

أنه يجب التصدي لهما، التحدي الأول يتصل بنمو التنظيمات الإرهابية - ولاسيما تنظيم الدولة الإسلامية وتنظيم القاعدة في شبه الجزيرة العربية - ودورهما في العديد من ساحات القتال في الشرق الأوسط: العراق، وسوريا، واليمن، والتحدي الثاني هو "الدور التعطيلي" الذي تلعبه إيران في المنطقة، وينعكس ذلك من خلال تدخلها المباشر وغير المباشر في كل من لبنان واليمن والعراق.

إثر هذا التقييم للقضايا الأمنية الراهنة لدولة الإمارات العربية المتحدة، استعرض الدكتور أنور قرقاش، بالتفاصيل، أهداف السياسة الخارجية الإماراتية، وتطرق إلى تفاصيل خطة "الجيرة المستقرة، وهي التي تعني أن الدول ستكون قادرة على الدفاع عن ديناميتها الداخلية".[2] وبالنسبة إلى الباحثين، فإن هذا الخطاب قد مهد الطريق إلى نقاش أوسع حول الدفاع عن الاستقرار السياسي في عالم اليوم، وعلى وجه الخصوص، تطور التحديات الأمنية التي تواجه الهياكل السياسية في منطقة الشرق الأوسط.

وبالرغم من أن الاستقرار السياسي يُعد في صلب شؤون إدارة الحكم، فإنه لا يوجد تعريف عام لهذا المفهوم.[3] الاستقرار السياسي يرتبط بإيجاد توازن بين السكان والمؤسسات، وبين المجتمع ونظامه السياسي، وهو حالة ليست بالثابتة ولا الطبيعية، ولكنها حالة من التوافق المتغير دوماً والقائم على قدرة القادة السياسيين وناخبيهم على تحديد عقدهم الاجتماعي. كما يُحدد الاستقرار السياسي - أيضاً - من خلال قدرة الدولة على المحافظة على احتكارها للعنف - وفقاً لرؤية ماكس فيبر - وأن تظل هي المستخدم الوحيد للقوة المادية في المجتمع المعني؛[4] وذلك لأن مؤسسات الدولة معنية أولاً وأخيراً بتنظيم الصراعات داخل المجتمع، وأي تغيير يطرأ على أسلوب شن الصراعات يمكن أن يشكل تحدياً لشرعيتها. هذا هو السبب الرئيسي في كيف أن التحول الذي طرأ على الحرب خلال العقدين الماضيين لا يؤثر فقط في رؤيتنا للصراعات العسكرية في حد ذاتها، ولكن، وبشكل أعم، في طريقة فهمنا لكيفية إدارة العنف، داخلياً وخارجياً على حد سواء. وبتعبير آخر، فإن تاريخ الحرب هو أيضاً، تاريخ علاقة المجتمعات بالعنف، وكيف تستطيع أو لا تستطيع السلطة السياسية إدامة سيطرتها على هذه الظاهرة.

وانطلاقاً من هذه الخلفية، يسعى هذا الفصل إلى دراسة تطور الحرب على مدى العقدين الماضيين، ومناقشة الكيفية التي أثرت بها هذه التغيرات في الهياكل السياسية، مع التركيز بشكل خاص على منطقة الشرق الأوسط. وبناء على نظريات؛ مثل: نظريتَي الجيل الخامس من الحروب والحرب الهجينة، يركز هذا الفصل على المنطق الجديد للصراع، وهو الذي يزج بالمجتمعات على نحو مطرد في ساحات القتال، جاعلاً من القوات العسكرية أحد المكونات العديدة للحروب الحديثة. ونتيجة لذلك، فإن هناك حاجة ملحة إلى إعادة النظر في بعض الافتراضات الرئيسية لاستراتيجيات الأمن القومي الحديثة من خلال اتباع نهج شامل يتضمن المكونات كافة، سواء كانت عسكرية، أو ثقافية، أو اقتصادية، أو إعلامية، أو دبلوماسية؛ ومن أجل تحقيق ذلك الهدف، يستعرض هذا الفصل التحولات العسكرية الكبرى التي حدثت خلال القرنين الماضيين، وما يمكن أن تخبرنا به البحوث التي أُجريت حولها؛ ومن ثم، يحدد السمات الرئيسية لما يُعرف بالحرب الهجينة، باعتبارها فناً حربياً جديداً، من خلال دراسة حالتين معاصرتين: روسيا وإيران. وأخيراً، يتناول الجزء الأخير من هذا الفصل، السبل والوسائل التي يمكن لدولة الإمارات العربية المتحدة، وعلى نحو أشمل العالم العربي، اللجوء إليها لمواجهة هذه التحديات الحديثة.

أولاً: تطور الحرب.. نظرية الأجيال

في عام 1989، نشر أربعة ضباط أمريكيين؛ وهم: العقيد كيث نايتينجل، والنقيب جون شميدت، والعقيد جوزيف ستن، والمقدم جاري ويلسون؛ بالتعاون مع الباحث ويليم ليند، مقالاً قصيراً في مجلة مشاة البحرية الأمريكية (*Marine Corps Gazette*)، توقعوا فيه تغييراً كبيراً في "وجه الحرب" وبزوغ فجر "الجيل الرابع" من الحروب.[5] ويُعد السياق الذي نُشر فيه المقال في غاية الأهمية؛ ففي الوقت الذي كانت فيه الحرب الباردة في نهاياتها، انهمك المخططون العسكريون السوفييت والأمريكيون في محاولة للتنبؤ بتأثير تقنيات الفضاء والمعلومات الجديدة في ميادين القتال. كان ذلك خلال الفترة التي كان

فيها كل من المارشال نيكولاي أوركاركوف في القوات المسلحة السوفييتية، وأندرو مارشال من مكتب التقييم الشامل بوزارة الدفاع الأمريكية يدرسان التغييرات المحتملة التي ستحدثها هذه التوجهات على أسلوب الجيوش الحديثة في شن الحروب؛[6] حيث تمكن كاتبَا المقال من تحديد أربعة أجيال مميزة من الحروب خلال العقدين الماضيين.

الجيل الأول من الحروب

وقعت حروب الجيل الأول بداية القرن التاسع عشر، وتجسدت في الحروب النابليونية، التي تميزت على المستوى التكتيكي بأهمية التشكيلات والصفوف عند حشد القوات؛ وهو ما ميز عصر الحروب الجماعية، التي شكلت فيها الشعوب عماد القوات المسلحة، وليس الجنود المرتزقة، كما كان الأمر عليه في القرون السابقة.

لم يغير أسلوب حشد الشعب فقط من طريقة الدول في خوض الحروب، ولكن أيضاً من أسلوب قادتها في إيجاد رابط بينهم وبين مواطنيهم. وقد تميزت حرب الجيل الأول بالهيكل الهرمي، الذي يقرر فيه القائد الأعلى - مثل: نابليون - كل ما يتعلق بالمسائل العسكرية، في الوقت الذي تُحشد فيه صفوف منتظمة من الجنود في ميدان قتال محدد، تُكسب أو تُخسر فيه المعركة.

الجيل الثاني من الحروب

ظهر الجيل الثاني من الحروب؛ نتيجة تأثير الثورة الصناعية الأوروبية في النصف الأول من القرن التاسع عشر؛ حيث مكن تطور الصناعة في ألمانيا، وفرنسا، والمملكة المتحدة، الجيوش من الحصول على التكنولوجيا الحديثة؛ ما جعلها أكثر فتكاً من ذي قبل؛ الأمر الذي يعني أنه بدلاً من حشد جميع الجنود في نقطة رئيسية، صار بإمكان الجيوش الاعتماد على قوتها النارية لإحداث اختراق في ميدان المعركة. وكما كتب المحللون في صحيفة مشاة القوات البحرية، "فإن قوة النيران المركزة حلت محل قوة الحشد البشري".[7]

وقد لخص الجيش الفرنسي هذا التحول بمقولة "المدفعية تَقهر، والمشاة تَحتل". لقد كان التغيير مدفوعاً بالتكنولوجيا علاوة على التفكير الاستراتيجي. وعلى وجه الخصوص، تنبأ الجنرال البروسي لودفيج فون مولتكه بأن هذا التطور التقني سيعيد صياغة جغرافية ميادين القتال ويجعل من أسلوب حملات نابليون أسلوباً بالياً.

وعنى هذا التطور أيضاً، أنه عند تقدم حشود ضخمة من الجنود في تشكيلات واسعة - كما كان عليه الأمر خلال حروب الجيل الأول - فإنهم سيواجهون الآن قوة نيران متفوقة من الطرف الآخر. وقد سقط 60 ألف قتيل في اليوم الأول من معركة السوم* في عام 1916؛ وتسببت حرب الاستنزاف الطويلة في جبهة فردان** في مقتل 70 ألف رجل من الجانبين،[8] وتتضح نتيجة التوازن الجديد بين قوة النيران وقوة الحشد البشري بصورة مأساوية في المعارك الطويلة والدموية التي شهدتها الحرب العالمية الأولى؛ حيث كانت الجيوش الفرنسية، والبريطانية، والألمانية تدفع بشكل منتظم، قوات مشاتها للهجوم تحت وابل النيران، معتقدة أن الحملات الهجومية الواسعة النطاق ما تزال هي الأسلوب الأمثل لهزيمة العدو.

الجيل الثالث من الحروب

يمثل الجيل الثالث من الحرب، بطريقة ما، استمراراً لحروب الجيل السابق. وقد كشفت المأساة الإنسانية التي تسببت فيها الحرب العالمية الأولى، عن قصور

---

* معركة السوم: هي معركة بين القوات الألمانية وقوات الحلفاء في الحرب العالمية الأولى، وقد حدثت في الفترة 1 يوليو – 18 نوفمبر 1916 وانتهت بخسائر كبيرة للطرفين.

** معركة فردان: أشهر المعارك وأطولها في أثناء الحرب العالمية الأولى، بدأت في 21 فبراير 1916، عندما شنت القوات الألمانية هجوماً خاطفاً على مدينة فردان في فرنسا. وقد كان الألمان يعتقدون أن تكبيد الفرنسيين خسائر كبيرة جداً في فترة قصيرة جداً في فردان سيجبر الفرنسيين على الانسحاب من الحرب. ولكن الفرنسيين واصلوا القتال، وصمدوا بقيادة هنري بيتان، وذادوا ببسالة فائقة عن المدينة؛ ما اضطر الألمان إلى الانسحاب بعد 11 شهراً. وقد قُتل في هذه المعركة ما يقرب من سبعين ألفاً من الجنود الفرنسيين المدافعين عن المدينة.

الاستراتيجيات والتكتيكات العسكرية على ضوء إمكانيات القوة النارية الجديدة، كما أظهرت عجز الجيوش عن استيعاب هذه التغيرات التكنولوجية بشكل كامل. وقد استُخدمت الدبابات والطائرات خلال الصراع، إلا أن تأثيرها كان متواضعاً.

خلال السنوات التي تلت الحرب العالمية الأولى، تعلمت هيئة الأركان الألمانية المشتركة جيداً من دروس سنوات الحرب 1914 – 1918، وتوصلت إلى استنتاج مفاده أنه في الصراعات القادمة، ستكون الغلبة في مصلحة المناورة والسرعة مقابل قوة النيران والاستنزاف.[9]

ووفقاً لمؤيدي نظرية أجيال الحروب، فإن هذا قد اتضح جلياً في ما عُرف بـ "الحرب الخاطفة" التي طبقها الجنرال هانيز غودريان عند غزو بولندا عام 1939، وفي معركة احتلال فرنسا في العام الذي تلاها. فقد نجحت القوات الألمانية من خلال الحشد الكثيف للآليات المدرعة، في الالتفاف حول خطوط الدفاع التقليدية والاندفاع في عمق أراضي جيرانها الأوروبيين، وتغلبت على القوات المحلية من خلال دقة المناورة؛ الأمر الذي مكنها من الانتصار في غضون بضعة أسابيع.

ويظل غزو فرنسا، إلى اليوم، إحدى أهم حالات الدراسة عند تقييم الحملات العسكرية. كما أنه يعد قصة تدعو إلى الحذر وضرورة إدراك كيف أن الجمع بين التكنولوجيا والتفكير الاستراتيجي، يمكن أن يغير من قواعد اللعبة في ميدان القتال، كما أنه يعلن نهاية ذلك النوع من الحرب الذي كانت ترتكز عليه القيادات العسكرية الأوروبية خلال الحرب العالمية الأولى، ويشدد على الجانب الحاسم للمناورة في الحرب. أصبح هذا النهج – لاحقاً – بمنزلة مسودة للعمليات التي نفذتها الجيوش المعاصرة. كما يمكن أيضاً، إجراء مقارنة بين هذه الاستراتيجية وحرب الأيام الستة التي نفذتها إسرائيل، أو غزو الولايات المتحدة العراق عام 2003، وهو الذي تم فيه استخدام مزيج من السرعة والمناورة الحذرة؛ أي ما يشبه الأساليب التي طبقتها القوات الألمانية في أوائل مراحل الحرب العالمية الثانية.

الجيل الرابع من الحروب

وفقاً لكاتبَي مقال صحيفة مشاة القوات البحرية، ظهرت المرحلة الرابعة من الحروب في بواكير أيام الحرب الباردة، ولم يكن مسرحها في أوروبا، أو الولايات المتحدة الأمريكية، أو روسيا، بل في آسيا. واتسم الجيل الرابع من الحروب بالاستخدام المتزايد لتكتيكات حرب العصابات، أو التمرد، التي أشعلتها استراتيجية ماو تسي تونغ خلال سنوات الحرب الأهلية الصينية، وتوجت بانتصاره على القوات الوطنية بقيادة شيانغ كاي-شيك. ومن خلال خطبه وكتبه، انتشر تأثير ماو تسي تونغ بسرعة في حركات التمرد خلال السنوات التي تلت انتصاره، وأصبحت هذه الاستراتيجية سمة جوهرية لأسلوب قتال لمقاتلي الفيتكونغ في فيتنام والقوات الشيوعية التي كانت تقاتل في أمريكا اللاتينية في ذلك الوقت.[10]

كما انعكس ذلك على المتمردين الجزائريين في حرب الاستقلال التي خاضوها ضد القوات الفرنسية، وهو ما يبينه الضابط في الجيش الفرنسي والباحث ديفيد جالولا؛[11] حيث يرى أن هدف الجيل الرابع من الحروب، هو التركيز على "التسبب في انهيار العدو داخلياً، بدلاً من تدميره مادياً".[12] ويلجأ المتمردون إلى استخدام جميع الوسائل المتاحة، سياسية واقتصادية واجتماعية وعسكرية؛ لتقويض عزم خصمهم؛ حيث أصبحت الاختلافات بين الحرب والسلام، والمدنيين والعسكريين غير واضحة إلى حد كبير؛ ونتيجة لذلك، شكل تحديد مدى الاشتباك تحدياً في غاية الصعوبة، بالنسبة إلى القوات المسلحة. وكما تعلمت الولايات المتحدة الأمريكية تلك الدروس المؤلمة في فيتنام، فإن باستطاعة الجيوش الانتصار في جميع المعارك، ولكنها بالرغم من ذلك قد تخسر الحرب. ففي الوقت الذي ينشغل فيه العسكريون بالدفاع عن الأرض، يصير بإمكان المتمردين التركيز على تكتيكات اضرب واهرب، مستخدمين عاملي الحركة والسرعة، فالقوات الأولى يجب عليها السيطرة على الأرض لكسب الحرب، بينما تعمل القوات الأخيرة على مهاجمة إرادة العدو السياسية.

النظرية ومنتقدوها

إن كانت نظرية الجيل الرابع من الحروب قد وضِعت في بادئ الأمر في أواخر ثمانينيات القرن الماضي، فإنها قد تطورت خلال السنوات اللاحقة، وتأثرت على وجه الخصوص، بأعمال المؤرخ العسكري مارتين فان كريفيلد.[13] واكتسبت قبولاً متزايداً في الأوساط العسكرية الغربية، ولاسيما أن حُجة مؤيدي نظرية الأجيال كانت تقول إن التمرد الذي أعقب حرب عام 2003 في العراق هو أكبر دليل على استراتيجية الجيل الرابع.[14]

وبالرغم من شعبية المفهوم، فإن بعض الباحثين انتقدوا بشدة أهميته؛ حيث يشدد أنطوليو إتشيفاريا، من كلية الحرب الأمريكية، على أن المفهوم "يستند إلى دلائل تاريخية ضعيفة، ويطمس ما عمل المؤرخون، والمنظرون، والمحلّلون الآخرون بجد على توضيحه".[15] ويوضح المؤرخون العسكريون أن النظرية ترتكز على افتراضات تقريبية بشأن تطور الحرب، وخاصة أن منطق الجيل الثالث من الحروب، يُضخم أهمية نموذج الحرب الخاطفة لأنه لم يكن رسمياً في صلب العقيدة العسكرية الألمانية إبان تلك الحقبة. وإذا ما صور مؤلفو النظرية الجنرال غودريان، على أنه استراتيجي ثاقب النظر، فقد أشار باحثون آخرون إلى أن كتاباته لا تعكس أي ثورة في فن الحرب، بل تمثل امتداداً للاستراتيجيات والتكتيكات السابقة.[16]

وفي مستهل الدفاع عن النظرية، يؤكد توماس هامز، أحد أشد مؤيدي نظرية الأجيال، على أنه يجب النظر إلى النظرية كأداة لتعزيز الحوار الاستراتيجي بين المخططين العسكريين.

وعلاوة على ذلك، فإن التمييز بين الأجيال الأربعة من الحروب، لا يعني بالضرورة أنها تتعاقب بانتظام وفق ترتيب زمني واضح، بحيث يحل جيل جديد محل الجيل السابق من الحروب. وفي حقيقة الأمر، فإن "الأجيال القديمة من الحروب ما تزال موجودة حتى مع تطور أجيال جديدة"؛[17] بمعنى أن الأساس التاريخي للنظرية قد يكون قابلاً للنقاش، إلا أنه يمثل منطلقاً لمناقشة مستقبل الحرب، وكيف تؤثر في المجتمعات الحديثة.

ثانياً: حروب الجيل الخامس ومفهوم الحرب الهجينة

توسع النقاش خلال السنوات الأخيرة ليشمل دعوة مفادها أننا قد دخلنا عصر الجيل الخامس من الحروب. وبحلول عام 2005، كان توما هامز قد بدأ فعلياً في وصف هذا الجيل الخامس على أنه نتيجة "للتحول الدائم في الولاءات السياسية والاجتماعية لمصلحة القضايا وليس الولاء للدولة [...]، ويتميز بازدياد قوة الكيانات الأصغر وانتشار التكنولوجيا الحيوية".[18] وبالرغم من أن معالم هذه الحقبة الجديدة تختلف بناء على المفكر، فإنها تنطلق من الفرضية نفسها: نتيجة للانتشار المتسارع للتكنولوجيا، تتصارع الدول من أجل الحفاظ على احتكارها للعنف، وستواجه بصورة متزايدة جهات فاعلة من غير الدول تتطلع إلى تحديها.

ومرة أخرى، فإن الافتراض الكامن وراء هذا التحول الاستراتيجي قابل للنقاش؛ حيث إن التحديات التي تشكلها الجهات الفاعلة من غير الدول كانت موجودة على الدوام، ويبدو أن التغيير الرئيسي الملاحَظ هو قدرة هذه الجماعات على الحصول على تكنولوجيا عسكرية متقدمة. وإضافة إلى ذلك، فإن الطريقة التي يتم بها تناول حروب الجيل الخامس، لا تخبرنا عن كيفية خوض الصراعات المستقبلية. وللإجابة على ذلك السؤال، فقد يكون من المفيد تناول نقاش موازٍ ظهر في الفترة الزمنية نفسها ويتعلق بظهور ما يُعرف بـ "الحرب الهجينة".

صراع عام 2006 بين إسرائيل وحزب الله.. هل هو مولد الحروب الهجينة؟

انتشر مصطلح "الحرب الهجينة" بشكل جدي عقب ضم روسيا شبه جزيرة القرم عام 2014، إلا أن بدايات ظهوره في الأدبيات العسكرية كانت عام 2007، في تقرير أعده فرانك هوفمان، وهو مقدم متقاعد من مشاة القوات البحرية الأمريكية؛ حيث وصف فيه حرب عام 2006 بين إسرائيل وحزب الله، على أنها أول حالة معاصرة للحرب الهجينة؛ حيث يقول هوفمان:

"يمكن شن الحروب الهجينة من قِبل كل من الدول والعديد من الجهات الفاعلة من غير الدول؛ وتغطي الحروب الهجينة طائفة من مختلف أنماط الحرب، تشمل القدرات التقليدية، والتكتيكات والتشكيلات غير النظامية، والأعمال الإرهابية بما في ذلك العنف العشوائي والإكراه، والفوضى التي تسود فيها الجريمة. ويمكن تنفيذ هذا النموذج المتعدد النشاطات، بواسطة وحدات منفصلة أو حتى بواسطة الوحدة نفسها، ولكن يتم توجيهها وتنسيقها عملياً وتكتيكياً بشكل عام، في إطار ميدان القتال الرئيسي بهدف إحداث تأثيرات تآزرية".[19]

ولكن الأمر الذي دعم حُجة هوفمان، كان الأداء العسكري لحزب الله في عام 2006. فبإدامة صراع لمدة 34 يوماً مع إسرائيل، فاجأ حزب الله الكثير من المراقبين الخارجيين، بقدرته على شن عمليات معقدة شملت مكونات برية، وبحرية، وجوية؛ ولاسيما أن قدرة حزب الله – حتى نهاية الصراع – على قصف المراكز الحضرية في شمال إسرائيل بالقذائف الصاروخية والصواريخ الباليستية، قد أصابت الجيش الإسرائيلي بحالة من الإحباط. وإجمالاً، اتضح أن أسلوب حزب الله في شن الحرب كان أكبر تحدٍ واجهته قوات الدفاع الإسرائيلية منذ عقود.

ويمكن تصنيف بعض التقنيات التي استخدمها حزب الله على أنها تكتيكات حركات التمرد (اضرب واهرب عبر الحدود)، والتي تقع ضمن حروب الجيل الرابع، ولكن في الوقت نفسه، أظهرت عناصر أخرى من استراتيجيته العسكرية في جنوب لبنان، أن الميليشيا قاتلت بأسلوب تقليدي. وذلك ما توصل إليه المحللان ستيفن بيدل وفريدمان لاحقاً بقولهما: "إن الجديد في هذا الشأن هو مدى اختلاف حملة عام 2006 عن أسلوب الحرب الإرهابية وحرب العصابات – عصر المعلومات أو لا – وكيف أن القتال كان تقليدياً ومشابهاً لأسلوب قتال الدول.[20]

ووفقاً لتعريف هوفمان، تحمل الحرب الهجينة بعض أوجه الشبه مع نظرية حروب الجيل الرابع، ويمكن أن نقول: إن الحرب الهجينة ليست سوى نسخة مبالغ فيها لاستراتيجية حروب الجيل الرابع، التي يحصل فيها المتمردون على تكنولوجيات وأسلحة

كانت لزمن طويل حكراً على الدول، وتتيح الآن للجهات الفاعلة من غير الدول، إمكانية شن عمليات شبه تقليدية.

ظهور الهجمات السيبرانية: إستونيا (2007) وجورجيا (2008)

في الوقت ذاته، كان هناك نمط جديد من الحروب قد بدأ يظهر في أوروبا. ففي ربيع عام 2007، تعرضت دولة إستونيا البلطيقية، إحدى أكثر دول العالم تقدماً في المجال الرقمي لسلسلة من الهجمات السيبرانية الواسعة النطاق، استهدفت مواقع حكومية على شبكة الإنترنت. اندلعت الأزمة عقب قرار للحكومة الإستونية بإزالة نصب تذكاري يعود إلى أحد الأبطال السوفييت من حقبة الحرب العالمية الثانية، ويرمز إلى انتصار الاتحاد السوفييتي على ألمانيا النازية. كان النصب البرونزي للجندي أمراً مزعجاً لإستونيا ويذكّرها بالاحتلال السوفييتي، وكانت إزالته دليلاً على استعادة إستونيا سيادتها الوطنية؛ ما أعقب ذلك موجة من الهجمات السيبرانية الواسعة وغير المسبوقة استمرت ثلاثة أسابيع، وعطلت مواقع الحكومة الإستونية على شبكة الإنترنت.

كانت التحريات التي أجريت عقب الهجمات محبِطة، وكان تتبع مصدر الاختراق أمراً في غاية الصعوبة؛ حيث استخدم القراصنة فيروسات تعرف بالـــ "بوت نت" Botnet، وهي التي سمحت لهم بالتحكم من بُعد، في عشرات الآلاف من أجهزة الحاسوب في مختلف أنحاء العالم سخروها لاستهداف الخوادم الإستونية. وبالرغم من بصمة القراصنة الروس، وتوقيت الهجمات المتزامن مع إزالة النصب التذكاري الروسي، التي تُشير إلى تورط موسكو في الأمر، فقد سادت حالة من الغموض والشك، وكانت السلطات الروسية قادرة بشكل منهجي على دحض أي اتهام يوجَّه إليها. ولكن، بعد أسابيع عدة من وقوع الهجمات، صرح سكرتير القوات الجوية الأمريكية مايكل وين قائلاً: "يبدو أن روسيا، عدونا منذ زمن الحرب الباردة، هي أول من انخرط في حرب سيبرانية".[21] وذهب جاك أفيكسو، وزير الدفاع الإستوني، أبعد من ذلك مذكراً أنها "أول حرب عالمية ثالثة لم يتنبه أحد إليها".[22]

أثارت الهجمات السيبرانية التي تعرضت لها إستونيا تساؤلات حول تعريفنا لأعمال الحرب، وكيف نُفرق بين التخريب الإجرامي والتدخل من قِبل دولة أجنبية، فقد كان للهجمات عواقب وخيمة على الأمن الوطني: هل تستطيع إستونيا، كدولة عضو في حلف شمال الأطلسي، أن تصف هذه الهجمات بأنها اعتداء عسكري يندرج تحت أحكام المادة الخامسة من ميثاق الحلف؟ وإذا ما كانت الإجابة بنعم، فعلى من تقع مسؤولية هذه الهجمات إذا ما نُسبت هذه الأعمال إلى جهات من غير الدول؛ مثل: القراصنة الروس؟ إن غياب الجهة المسؤولة؛ ومن ثم، غياب المحاسبة، يُشكك أيضاً في القدرة على ردع مثل تلك الأعمال.

لا توجد حتى اليوم، إجابة شافية حول هذه الأسئلة، تماماً مثلما كان عليه الأمر في فترة ما قبل الحرب العالمية الأولى في ثلاثينيات القرن العشرين؛ فالحكومات الحديثة التي تعتمد على التقنيات الإلكترونية لتسيير عجلة العمل اليومي لمجتمعاتها أصبحت تتساءل عن لغة الحرب الجديدة التي استحدثتها هذه الأدوات.[23] ونتيجة لذلك، شرعت الحكومات في إجراء مراجعة شامل للدفاعات الخاصة بأكثر بنياتها التحتية حساسية، بينما عملت منظمات؛ مثل: حلف شمال الأطلسي، على مراجعة موقفها من الهجمات السيبرانية، وأصدرت عام 2011 سياسة الدفاع السيبراني التي تهدف إلى وضع إطار لاستراتيجية الحلف في مواجهة المخاطر الجديدة.

وبعد عام من الهجمات على إستونيا، وصل استخدام الفضاء السيبراني من أجل أهداف استراتيجية مستوى آخر. فبعد نزاع طويل بين روسيا وجورجيا حول محافظات أوستيا الجنوبية وأبخازيا، قرر الرئيس الجورجي الأسبق ميخائيل ساكاشفيلي في السابع من أغسطس 2007، إرسال قوات لتأكيد سيادة تبليسي على أراضي المحافظتَين، وردت روسيا بنشر قواتها على الحدود، وسرعان ما بدأت القوات الروسية في شن ضربات جوية على أوستيا الجنوبية، أعقبها تدخل بري تعدى المحافظة المتنازع عليها

ليصل إلى داخل جورجيا. وفي الوقت الذي شنت فيه روسيا ردها العسكري، استهدفت مواقع الحكومة الجورجية على شبكة الإنترنت بهجمات عطلت الخوادم؛ حيث تعرضت مواقع البرلمان، وبنك جورجيا الوطني لتخريب من قبل القراصنة الذين عدلوا من صورة الرئيس الجورجي الأسبق ميخائيل ساكشفيلي ليبدو مثل هتلر.[24]

عقب انتهاء الحرب، أمرت وزارة الدفاع الأمريكية، وحدة آثار الهجمات السيبرانية بإجراء تحقيق شامل، وتوصل خبراء الوحدة إلى أن الذين يقفون خلف الهجمات السيبرانية التي تعرضت لها جورجيا، هم مدنيون تم تجنيدهم من خلال شبكات التواصل الاجتماعي.[25] ويعتقد محررو التقرير الختامي أن هناك أسباباً قوية تدعو إلى الاعتقاد بوجود تنسيق بين حملة القوات الروسية وعمليات القراصنة: فـ "منظمو الهجمات السيبرانية كانوا على علم مسبق بالنوايا العسكرية الروسية، كما أُبلغوا بتوقيت العمليات العسكرية الروسية، في الوقت الذي كانت تنفذ فيه تلك العمليات".[26]

تعرضت جورجيا لهجمات في وقت مبكر في أواخر شهر يوليو، وشملت هجمات على الموقع الإلكتروني للرئاسة الجورجية في 19 يوليو، استمر أقل من 24 ساعة. ولكن في الثامن من أغسطس، وهو اليوم الذي دخلت فيه القوات الروسية جورجيا، بدأ المحاربون السيبرانيون في حجب ومنع الدخول إلى الفضاء السيبراني الجورجي.[27]

وكما في حالة إستونيا، يؤكد الصراع الجورجي مسألة تحديد الجهات التي تقف خلف الهجمات السيبرانية؛ ومن ثم، تُبين الحرب بين روسيا وجورجيا في عام 2008، الخطوط الواهية التي تفصل بين الحملات العسكرية والهجمات المدنية غير الحكومية؛ حيث يكشف نمط الحالتين – موجة من الهجمات السيبرانية المجهولة المصدر – كيف أن استخدام التقنيات الحديثة يمكن أن يتسبب بسهولة وبأقل تكلفة في شلل الهياكل السياسية. وإذا ما كان في وسع متمردي حروب الجيل الرابع هزيمة الجيوش، فإن الأسلوب الجديد لشن الحرب كان أوسع نطاقاً، ويشكل تحدياً للمجتمعات بأسرها.

فهم التفكير الروسي بشأن الحرب الهجينة

بدأت الثورة التي شهدتها الولايات المتحدة في الشؤون العسكرية - كما أشرنا سابقاً - في تسعينيات القرن العشرين في بادئ الأمر؛ كمناقشة حول النقاشات الداخلية السوفييتية خلال ثمانينيات القرن العشرين، وهي التي كانت تدور حول رؤية القيادة في موسكو للثورة العسكرية - التقنية. وعلى المنوال نفسه، كان مبعث الاهتمام بالحرب الهجينة، هو أحد التحليلات الروسية، وعلى وجه الدقة، مقالة كتبها رئيس هيئة الأركان العامة الروسية الجنرال فاليري غيراسيموف.

ففي فبراير 2013، نشر غيراسيموف مقالته في صحيفة الصناعات العسكرية، وقد وصَفت المقالة كيف "يمكن أن تتحول دولة مزدهرة، في غضون أشهر أو أيام، إلى ساحة نزاع مسلح شرس، وأن تصبح ضحية لتدخل أجنبي، وتغرق في مستنقع من الفوضى، والكوارث الإنسانية، والحرب الأهلية".[28]

وبشكل أكثر دقة، تطرق غيراسيموف إلى الثورات في العالم العربي التي حدثت قبل عامين فقط من مقالته، وتوصل إلى خاتمة؛ مفادها: "تزايد الدور الذي تلعبه الوسائل غير العسكرية في تحقيق الأهداف السياسية والاستراتيجية، وأنها وفي الكثير من الحالات، قد تفوقت على قوة الأسلحة من حيث الفعالية".[29] ويذهب الجنرال غيراسيموف في الفقرات اللاحقة إلى التكهن بالتفصيل حول أنواع الحملات التي يمكن شنها في هذا السياق؛ مثل: "استخدام قوات العمليات الخاصة والمعارضة الداخلية، لخلق جبهة ملتهبة في كل أراضي العدو، علاوة على النشاطات الإعلامية".[30]

وعلى خلاف سوء الفهم الشائع، لم يكن القصد من كلام غيراسيموف، الإشارة إلى عقيدة جديدة للجيش الروسي، بل الشرح بشكل أكثر تواضعاً للتفكير الروسي المستمد مما يسمى الربيع العربي. وفي حقيقة الأمر، لم تهدف المقالة إلى التوصية باعتماد هذه

الاستراتيجية، بل حذرت من تداعياتها المحتملة على روسيا؛ أي بتعبير آخر، كان غيراسيموف يفكر في عواقب الربيع على الجيش الروسي.

غير أن المقالة أخذت بعداً آخر عندما نظر المراقبون إلى عملية ضم روسيا شبه جزيرة القرم في فبراير 2014؛ كانت عملية روسيا في أوكرانيا بالنسبة إلى الكثير من المراقبين في الولايات المتحدة وأوروبا، تطبيقاً لفكرة الجنرال غيراسيموف عن الحرب الهجينة؛ حيث استندت العملية إلى الغموض السياسي، والدمج بين الوسائل العسكرية وغير العسكرية؛ مثل: وسائل الإعلام التي هدفت إلى صياغة السرد الذي سيتلقاه الرأي العام الغربي.

وأثار ظهور ما سمي "الرجال الخضر الصغار" على وجه الخصوص، نقاشاً ساخناً، فقد بدأ هؤلاء الرجال المسلحون بعتاد روسي، وهم يرتدون زياً رسمياً، ولكن من دون أي علامات وطنية، في السيطرة على المطار الدولي ومبنى البرلمان في مدينة سيمفيروبول، قبل أن ينتشروا لاحقاً في القواعد العسكرية في شبه جزيرة القرم. ونفت السلطات الروسية الاتهامات الغربية القائلة إن هؤلاء الجنود هم في حقيقة الأمر جنود روس، ووصفتهم روسيا بأنهم "وحدات دفاع ذاتي محلية".[31] سمح الاستخدام المزعوم "للرجال الخضر الصغار" لموسكو بتحقيق استراتيجيتها في شبه جزيرة القرم، ووفر لها غطاء مناسباً للإنكار أمام المجتمع الدولي.[32] وعاود "الرجال الخضر الصغار" الظهور مرة أخرى، عندما احتد الوضع في منطقة دونباس في الأشهر اللاحقة.

لا يُعد استخدام "الرجال الخضر الصغار" أمراً جديداً في تاريخ الصراعات؛ ففي عام 1932 استخدمت بيرو مدنيين مسلحين لاحتلال مدينة على الحدود مع كولومبيا؛ وفي عام 1999 نشرت باكستان قوات مجهولة الهوية ضد الهند في منطقة كارجيل، ووصفتهم بأنهم مجرد مقاتلين محليين.[33]

وبشكل عام، فقد اتضح أن الادعاء بأن التدخل الروسي في أوكرانيا يعكس عقيدة غيراسيموف، كان أمراً مبالغاً فيه، لأنه أعطى قيمة عملياتية لما كان عبارة عن مجرد مقالة بسيطة.[34] وذلك لأن مفهوم الحرب الهجينة يقلل بشكل خاطئ من أهمية القوة التقليدية في الموقف الروسي: فهناك باحثون؛ من أمثال أندرو موناغان، الخبير في السياسة والشؤون الأمنية الروسية، يقترحون أنه سيكون من الأفضل الحديث عن "تعبئة الدولة".[35] وعلى أي حال، فإن تجارب دول؛ مثل: أوكرانيا، وجورجيا، وبصورة أقل إستونيا، تمثل تحذيراً من الطرق التي يمكن استخدامها بكل سهولة لتقويض الاستقرار السياسي من خلال استراتيجية شاملة، تجمع بفاعلية، ما بين الوسائل العسكرية وأدوات القوة الأخرى كافة.

التحدي الذي تشكله استراتيجية إيران الهجينة في الشرق الأوسط

من المحتمل أن تكون إيران، قد تعلمت بشكل أو بآخر من النهج الاستراتيجي الروسي؛ بهدف محاكاته في منطقة الشرق الأوسط؛ وعلى أي حال، فقد طورت إيران بالفعل استراتيجية عسكرية طموحة للمنطقة، يمكن أن ترقى إلى وصفها بالهجينة؛ لجمعها بين الوسائل العسكرية وغير العسكرية؛ حيث يمكن الاستعاضة عن "الرجال الخضر الصغار" بالميليشيات التي تعمل بالوكالة، وهي الوثيقة الصلة بأجندة طهران.

وكما ذكرنا سابقاً، فقد ظهر مفهوم الحرب الهجينة - أول مرة - في أعقاب الحرب التي دارت بين إسرائيل وحزب الله عام 2006، وهي ميليشيا لبنانية أنشأتها طهران وتتولاها بالرعاية والتدريب. وقد يكون مفهوم الحرب الهجينة في واقع الأمر، في صلب النموذج الإيراني منذ قيام الجمهورية الإسلامية عام 1979؛ حيث يُعد استخدام مقاتلين بالوكالة مفهوماً متجذراً في الثقافة العسكرية الإيرانية المعاصرة، فقد سبق أن صرح اللواء محمد علي جعفري، قائد قوات الحرس الثوري الإيراني عام 2005، بالقول: "إضافة

إلى القدرات التي تمتلكها إيران، فإن لديها أيضاً، قدرات ردع ممتازة في خارج [حدودها] وستستخدمها إذا ما تطلب الأمر ذلك".[36]

أصبح حرس الثورة الإيرانية الذي أسِّس بعد الثورة، بمنزلة الأداة الرئيسية لآية الله الخميني، في نشر النفوذ الإيراني خارج الحدود، وذلك من خلال إنشاء ميليشيات حليفة في الدول العربية التي فيها أقليات شيعية مهمة. كانت الطموحات الثورية للخميني، تعني أن إقامة الجمهورية الإسلامية في إيران، ليست سوى الخطوة الأولى، التي ستعقبها خطوات مشابهة لتغيير أنظمة الحكم في العالم الإسلامي، وكان لبنان ساحة المعركة الأولى لتلك التجربة. وفي خضم الحرب الأهلية التي بدأت في بيروت عام 1975، أرسل الحرس الثوري الإيراني قواتٍ لتدريب المقاتلين الشيعة. وبالرغم من أن التدخل الإيراني كان أساساً نتيجة للغزو الإسرائيلي للبنان، فإن الهدف البعيد المدى لهذا التدخل، كان توفير وجود دائم في البلاد، من خلال الطائفة الشيعية. وأدى هذا في نهاية المطاف، إلى إنشاء حزب الله في عام 2005، الذي كان هدفه السياسي الأساسي هو تأسيس جمهورية إسلامية في لبنان. ويمثل حزب الله اليوم، نموذجاً لاستخدام إيران المقاتلين بالوكالة في الشرق الأوسط؛ وقد تطور حزب الله، الذي كان في بادئ الأمر عبارة عن ميليشيا؛ ليصبح إحدى الجهات الفاعلة سياسياً واجتماعياً، والتي لا تمتلك موارد عسكرية ضخمة فحسب، بل لديها أيضاً العديد من المنصات الإعلامية؛ ما يتيح للمجموعة صياغة رؤيتها.[37]

كان العراق هو ساحة المعركة الأخرى؛ ففي خضم الحرب بين إيران والعراق، دعم الحرس الثوري الإيراني، إنشاء منظمة بدر عام 1983، وهي قوة شبه عسكرية تسعى لإقامة دولة إسلامية في العراق. قاتلت منظمة بدر علانية، وبالتنسيق مع إيران ضد نظام صدام حسين البعثي؛ وقد وسعت الميليشيا، التي كانت تنشَط بشكل رئيسي في جنوب العراق خلال العقدين الأولين من إنشائها، من نفوذها السياسي عقب سقوط نظام صدام حسين عام 2003.

وفي مرحلة لاحقة، عندما أصبح تنظيم الدولة الإسلامية يهدد الدولة العراقية، قامت الحكومة العراقية بإنشاء قوات الحشد الشعبي ورعايتها. ويضم التنظيم تحت مظلته أكثر من 40 ميليشيا، يُعد تنظيم بدر أكثرها قوة. وتنظر القوات الأخرى العاملة تحت مظلة قوات الحشد الشعبي؛ مثل: كتائب حزب الله، وعصائب أهل الحق، وحركة النجباء، إلى إيران باعتبارها الجهة الراعية الرئيسية. وبالرغم من أن إنشاء قوات الحشد الشعبي، كان نتيجة للتهديد الذي شكله تنظيم الدولة الإسلامية، فإن نفوذ الحرس الثوري الإيراني وآية الله خامنئي، يظل ملموساً وسط جموع قواتها الرئيسية.[38] وإذا ما رأى بعض المحللين أن قوات الحشد الشعبي قد ساعدت في تحقيق انتصارات حاسمة ضد تنظيم الدولة الإسلامية، فإن وجود هذه القوات يشكك في مقدرة الدولة العراقية على ممارسة احتكارها الأساسي للاستخدام الشرعي للقوة، وعلى وجه الخصوص، قدرتها على ضمان سلامة وحدتها الداخلية في مواجهة وكلاء إيران. ونتيجة لذلك، فإن من المحتمل أن يؤدي استمرار وجود هذه الجماعات إلى تقويض توقعات الاستقرار السياسي في البلاد، وهو الذي طال انتظاره.

كما استفادت إيران أيضاً منذ عام 2011 من الحرب في سوريا ووسعت من وجودها هناك من خلال نشر مستشارين عسكريين من الحرس الثوري ومقاتلي حزب الله لدعم قوات نظام بشار الأسد. وسرعان ما أدى ذلك إلى انتشار ميليشيات طائفية محلية على غرار النموذجَين اللبناني والإيراني؛ فعلى سبيل المثال، لعبت قوات الحرس الثوري الإيراني دوراً مباشراً في ظهور لواء أبو الفضل العباس في ديسمبر 2012، وهو الذي يتكون معظم مقاتليه من الشيعة الأجانب، وأنشئ هيكله العسكري بدعم وثيق من حزب الله. وسرعان ما ظهرت منظمات أخرى؛ مثل: لواء عمار بن ياسر، وكتائب سيد الشهداء.[39]

وأما في شبه الجزيرة العربية، فقد كانت تراود إيران منذ زمن طويل، فكرة استخدام مقاتلين بالوكالة في شبه الجزيرة العربية؛ فقد اكتشفت السلطات الأمريكية على سبيل المثال، أن إيران وحزب الله ضالعان بشكل مباشر في تفجير أبراج الخُبَر في المملكة العربية

السعودية عام 1996؛ وبالرغم من ذلك، يظل الدعم الإيراني للمتمردين الحوثيين في اليمن هو التحدي القريب والمباشر لدول الخليج العربية.

وبالرغم من أن الدعم الإيراني للحوثيين لا يرقى إلى مستوى الدعم المقدم إلى حزب الله اللبناني، فإن قوات الحرس الثوري الإيراني، سرعان ما رأت في الحرب الدائرة في اليمن فرصة لتوسيع نفوذها في شبه الجزيرة العربية وتقويض، بأقل تكلفة، جهود المملكة العربية السعودية الرامية إلى إعادة الحكومة الشرعية إلى سدة الحكم في صنعاء. وقد أتى التدخل الإيراني على شكل تزويد الحوثيين في اليمن بشحنات من الأسلحة، وخاصة القذائف والصواريخ التي يمكن أن يستهدفوا بها قوات التحالف على اليابسة وفي البحر. وبحلول نهاية عام 2017، أصبح جلياً للمجتمع الدولي، أن الصواريخ التي يطلقها الحوثيون على أراضي المملكة العربية السعودية أو ضد القوات البحرية قبالة شواطئ اليمن، إيرانية الصنع.[40]

ونتيجة لذلك، فقد وصلت الاستراتيجية الإيرانية لتقويض الاستقرار السياسي إلى الدول المجاورة من خلال دعم الميليشيات المحلية إلى مستويات غير مسبوقة؛ حيث إنها تستند إلى العديد من الجوانب المرتبطة بمفهومَي حروب الجيل الخامس والحرب الهجينة، وذلك من خلال: الوسائل غير العسكرية، وتزويد الجهات الفاعلة من غير الدول بتقنيات متقدمة، وسياسة إنكار مسؤولية إيران من خلال استخدام مقاتلين بالوكالة، وبشكل عام، القدرة على التأثير بشدة في الاستقرار الداخلي للدول التي تنشَط فيها تلك الجماعات.

عملت إيران على دمج الحرب بالوكالة مع استراتيجية إثبات الوجود البحري التي ينفذها الحرس الثوري الإيراني من مضيق هرمز إلى باب المندب. وفي الوقت الذي تركز فيه القوات البحرية النظامية للجمهورية الإسلامية على المهمات التقليدية؛ مثل: الأمن البحري والدبلوماسية البحرية، عمدت قوات الحرس الثوري إلى تطوير قدراتها البحرية؛ بهدف تحدي القوات الأخرى المتمركزة في الخليج العربي، وعلى وجه الخصوص الولايات المتحدة.[41]

وليس في مقدور إيران - بأي حال من الأحوال - مضاهاة القوة العسكرية الأمريكية أو السعودية كمّاً أو كيفاً؛ ولذلك يركز الحرس الثوري الإيراني جهوده على بناء قدرات لا متماثلة تتيح لأفراده تعويض هذا الضعف الاستراتيجي. ويَستخدم الفرع البحري للحرس الثوري الإيراني الألغام البحرية، والزوارق الصغيرة المسلحة بالأسلحة الخفيفة، والغواصات المزودة بتشكيلة واسعة من القذائف والصواريخ المضادة للسفن. وتدعم هذه القدرات المتضافرة الاستراتيجية الإيرانية، التي لا تهدف إلى الاستيلاء على الأراضي - من غير المحتمل أن تنتصر على قوات البحرية الأمريكية في مثل هذا السيناريو - بل إلى الردع، وإذا ما دعت الحاجة، إلى الحرمان من الوصول إلى مناطق نفوذها، من خلال مضايقة سفن الولايات المتحدة الأمريكية، وسفن دول الخليج العربية في المنطقة واستفزازها.

وتترتب على استراتيجية "الحرمان من الوصول" التي تنتهجها إيران، عواقب سياسية أكثر منها عسكرية. ولأنه من غير المحتمل أن تسعى إيران لشن حرب شاملة على الولايات المتحدة الأمريكية في منطقة الخليج العربي - حرب ستخسرها من دون شك في غضون بضعة أيام - فهي لذلك تستخدم وسائلها العسكرية في الخليج العربي لزعزعة الاستقرار السياسي الإقليمي. ويستند المنطق الإيراني إلى جعل أي نصر عسكري للولايات المتحدة الأمريكية باهظ الثمن. وبشكل أعم، ترمي تهديداتها بإغلاق مضيق هرمز إلى تحدي الولايات المتحدة وشركائها في دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، ومن المحتمل، إحداث اضطراب في أسعار السلع الأساسية. وبالتأكيد، فإن مثل هذا السيناريو من شأنه أن يشكل تحدياً لدولة الإمارات العربية المتحدة، من حيث تأثيره في الاستقرار الوطني والإقليمي.

ويمكن القول باختصار إن استعراض الاستراتيجيتَين الروسية والإيرانية، يتيح لنا فهماً أفضل لخصائص التحول الجاري في الشؤون العسكرية وتداعياته على الاستقرار السياسي. وعلينا الآن تناول السبل التي يمكن أن تلجأ إليها الدول الحديثة لمواجهة هذه التحديات على الوجه الأمثل.

ثالثاً: استراتيجية متعددة الجوانب لدعم الاستقرار السياسي

تلعب دولة الإمارات العربية المتحدة - كما أكد الدكتور أنور قرقاش، في خطابه الذي ألقاه في منتدى حوار المنامة 2017 - دوراً مهماً في تعزيز الاستقرار في المنطقة، فمن شأن الاستقرار السياسي، تهيئة إطار التنمية الاقتصادية، وجذب المستثمرين الأجانب؛ ما يتيح للسكان المحليين إمكانية الوصول ليس فقط للثروة، بل للعديد من المزايا الاجتماعية (الأمن الوظيفي، والرعاية الصحية، والتعليم، والسكن اللائق). وتمثل حماية هذا النموذج المهمة الثابتة التي يجب أن تُطوَّر على ضوء التحديات التي تم التطرق إليها في مستهل هذه الورقة.

وعلى ضوء الوضع الراهن، لا يمكن تحقيق الاستقرار في البلاد فقط، من خلال الدفاع عن المصالح الوطنية داخل حدود الدولة وصد التهديدات الخارجية حال ظهورها؛ وبما أن دولة الإمارات العربية المتحدة دولة صغيرة نسبياً، فإن استقرارها يقترن باستقرار النظامين الإقليمي والعالمي؛ ولذلك، فإنه ليس من الحكمة بشيء النظر إلى تجارب القوى العالمية؛ مثل: الولايات المتحدة الأمريكية؛ لإعداد البلاد لمواجهة تحديات الجيل الخامس من الحروب. ونؤكد هنا أن أي استراتيجية لمواجهة هذه المسألة لا بد من أن تكون استراتيجية شاملة، وليس عسكرية فحسب، كما يجب أن تستند هذه الاستراتيجية إلى ثلاث ركائز أساسية: مكون أمن وطني يشمل حماية أراضي الدولة ومواطنيها؛ وسياسة دفاعية تعزز من الاستقرار في المنطقة من خلال تأكيد ضرورة دعم الشركاء الإقليميين، حتى يتمكنوا من تعزيز قواهم المحلية؛ وأخيراً، الدبلوماسية التي تسعى لصيانة البنية الأمنية للعالم العربي.

استراتيجية الأمن القومي الشاملة

تتأثر الدول الصغرى بالأزمات الإقليمية أكثر من الدول الكبرى، كما أن صغر مساحتها وقلة سكانها، يعنيان عدم قدرتها على بناء قوات مسلحة ضخمة. ونتيجة لذلك، يعتمد دفاع الدول الصغرى - وإلى حد ما استقرارها - على استراتيجية أمن قومي تشمل

قطاعات المجتمع كافة. وأفضل مثال لذلك هو الاستراتيجية التي تتبناها دولة سنغافورة الصغيرة؛ فسنغافورة مثلها مثل دولة الإمارات العربية المتحدة، دولة صغيرة يعتمد استقرارها وازدهارها بشكل رئيسي على بيئتها الإقليمية؛ فإثر استقلالها عن ماليزيا في عام 1965، كان على سنغافورة ضمان استقرارها من خلال الحد من تمدد الأحداث الإقليمية - مثل: حربَي فيتنام وكمبوديا - وهذا هو السبب الذي دفع القوات المسلحة في سنغافورة، إلى تبني مفهوم "الدفاع الشامل"، وهو الذي ما يزال يمثل إحدى ركائز الموقف الاستراتيجي للدولة.[42] ويستند هذا المفهوم إلى افتراض بسيط مفاده أنه: ليس في مقدور القوات المسلحة وحدها، ضمان أمن دولة صغيرة؛ مثل: سنغافورة؛ ومن ثم، فإن بقاءها يتطلب الاعتماد على "مجهود الردع الشامل الذي يسهم فيه كل مواطن بنصيب".[43]

كما يستند مفهوم "الدفاع الشامل" في سنغافورة، إلى خمس ركائز؛ الركيزة الأولى والأساسية هي المكون العسكري؛ حيث إن هناك رابطاً قوياً بين القوات المسلحة والمجتمع، نسبة إلى تطبيق سنغافورة نظام الخدمة العسكرية الإلزامية. والركيزة الثانية هي "الدفاع المدني"، وهي تهدف إلى المحافظة على أعلى مستويات التأهب وسط المؤسسات المسؤولة عن إدارة الطوارئ والأزمات؛ وهي الجهات الحكومية التي تكون بسرعة في الخطوط الأمامية عند وقوع كوارث طبيعية، أو هجمات إرهابية. والركيزة الثالثة هي "الدفاع الاقتصادي"، وتعني قدرة القطاع الخاص على خدمة أهداف الأمن القومي. وتتعلق الركيزة الرابعة بـ "الدفاع الاجتماعي"؛ وهي تعني احترام السنغافوريين العقد الاجتماعي، ولاسيما احترام مختلف الثقافات والديانات المكونة للمجتمع المحلي. وأخيراً، الركيزة الخامسة وهي تشمل "الدفاع النفسي" الذي يهدف إلى تعزيز المناعة الذهنية للسكان.[44] ولتعزيز التزام المواطنين بمفهوم "الدفاع الشامل"، تنظم وزارة الدفاع السنغافورية، العديد من الحملات العامة التي تشمل الاحتفال السنوي بيوم الدفاع الشامل.

وفي واقع الأمر، فإن مفهوم "الدفاع الشامل" ليس بالمفهوم الجديد، فقد اقتُبِس من تجارب دول؛ مثل: الدنمارك، وفنلندا، والسويد، وسويسرا، والنمسا، وأوكرانيا. كما يشابه

مفهوم "الدفاع الشامل" النموذج الأمريكي (DIME)، الذي تبلور بشكل جدي خلال السنوات الأولى من القرن الحادي والعشرين؛ حيث ظهر هذا المفهوم في وسط الدوائر الأكاديمية العسكرية المهنية للجيش الأمريكي، وهو يهدف إلى تصنيف مختلف عناصر القوة من "دبلوماسية، ومعلومات، وقوة العسكرية، واقتصاد"، باستخدام الاختصار (DIME). والغرض الأساسي من مفهوم (DIME)، هو جعل الضباط يدركون أن الاستجابة لأي تحدٍّ أمني ربما لا يتطلب استخدام القوة العسكرية فحسب، بل قد يشتمل على استخدام مصادر أخرى كانت تعتبر فيما مضى غير ذات صلة بالمجال الأمني، وفي بعض الأحيان يجب عليها ذلك. وعلى نحو مشابه، اعتمدت العديد من المنظمات الدولية؛ مثل: حلف شمال الأطلسي، والاتحاد الأوروبي "النهج الشامل" عند التصدي للأزمات، وهو الذي يقوم على دمج الوسائل السياسية، والمدنية، والعسكرية.[45]

ونتيجة لذلك، فإن أول طريقة لحماية الاستقرار السياسي، هي صياغة استراتيجية لا تركز على القوات المسلحة، بل تشمل المجتمع بأكمله، وتعمل على رفع وعي المواطنين بالتحديات الماثلة التي تواجهها البلاد – من خلال وضع برامج تعليمية محددة، على سبيل المثال – لخلق روابط متينة ودائمة بين المجتمع والقوى الأمنية، ليتم في نهاية المطاف ضمان مرونة المجتمع عند الأزمات.

تعزيز الاستقرار في المنطقة

وفي الوقت نفسه، وبسبب اعتماد الأمن والازدهار لدول؛ مثل: سنغافورة والإمارات العربية المتحدة على البيئة الإقليمية، فإنه ليس من الممكن تصور حماية الاستقرار الإقليمي بمعزل عن واقع المنطقة؛ وبتعبير آخر، تتطلب حماية الاستقرار في الداخل، سياسة خارجية تسعى أيضاً إلى تحقيق الاستقرار في الخارج. وإذا ما نظرنا إلى واقع العالم العربي والتهديدات التي تطرقنا إليها آنفاً، فإن هذا يعني أن على دولة الإمارات العربية المتحدة، وشركائها منع انهيار الدولة، أو استعادتها في الدول التي تعاني صراعات.

ويعلمنا تاريخ منطقة الشرق الأوسط، أن اللاعبين المتحفزين؛ مثل: التنظيمات الإرهابية أو القوى الخارجية الساعية للهيمنة الإقليمية، عادة ما يَجنون ثمرة انهيار الدول الفاشلة من خلال استغلال عجز السلطات المحلية على الحفاظ على احتكارها للعنف.[46] وقد أدى انهيار مؤسسات الدولة في كل من اليمن، وليبيا، والصومال إلى نمو المنظمات الإرهابية، بينما أتاحت الحروب الأهلية في كل من لبنان، وسوريا، والعراق، الفرصة لإيران لتقوي من شوكة الوكلاء المحليين الداعمين لأجندتها الإقليمية.

إن منع الدول الفاشلة، أو الدول التي على وشك أن تصبح دولاً فاشلة، من أن تصبح ملاذاً آمناً للتنظيمات الإرهابية أو قواعد متقدمة للقوى الخارجية، يتطلب في بعض الأحيان استخدام القوة، كما في حالة القرار الذي اتخذته المملكة العربية السعودية عام 2015 بإنشاء تحالف للتدخل في اليمن. ولكن على المدى البعيد، قد تكمن الإجابة في إعادة بناء سلطة الدولة، وبشكل أكثر دقة، على إعادة بناء قوات أمنية ذات مصداقية، في تلك الدول؛ وهذا يعني التركيز على عملية إنشاء القوات المسلحة المحلية وتدريبها.

إن المساعدات الأمنية التي تُقدَّم إلى الجيوش الأجنبية ليست بأي حال من الأحوال فكرة مستحدثة. فقد انخرطت الولايات المتحدة والدول الغربية الأخرى (المملكة المتحدة وفرنسا) لعقود من الزمن في مثل هذه المبادرات. ومع ذلك، فقد أدى السياق الأمني الراهن، وهو الناجم عن تكاثر الأزمات الإقليمية - إضافة إلى الكلفة الباهظة للتدخلات العسكرية الطويلة الأمد - إلى إعادة تأكيد مبدأ "مساعدة الآخرين على حماية أنفسهم"، إذا ما استخدمنا كلمات المحلل الاستخباري روبرت غيتس.[47] وعلى المنوال نفسه، جعل حلف شمال الأطلسي هذا النوع من المساعدات، بمنزلة حجر الزاوية في مهماته المعاصرة، إلى الحد الذي صاغ معه مصطلح "نشر الاستقرار" لوصف هذه الاستراتيجية. ويلخص روبين دياز-بلاجي، كبير مستشاري السياسة في حلف شمال الأطلسي، هذا المنطق، من خلال القول: "إذا كان جيران حلف شمال الأطلسي أكثر استقراراً، فسيكون حلف شمال الأطلسي أكثر أمناً".[48] وينطبق هذا القول أيضاً على دولة الإمارات العربية المتحدة، ومحيطها الإقليمي.

ومن هذا المنطلق، يتطلب مستقبل الاستقرار السياسي في منطقة الخليج، وبشكل أعم، في العالم العربي، سياسة طموحة لاستعادة السلطة المركزية في بلدان؛ مثل: اليمن وليبيا؛ حيث إن كليهما دولة فاشلة وغير قادرة على ضمان احتكارهما العنف في مواجهة الفصائل المتنافسة التي تشمل الجماعات الإرهابية؛ ما أدى إلى تقويض أي مجهود لإعادة بناء قوات مسلحة قوية وشرعية. وعلى المدى الطويل، قد يكون على دولة الإمارات العربية المتحدة وحلفائها، وضع استراتيجية تحُول دون انتكاسة الدول وسقوطها مرة أخرى في دوامة الصراعات الداخلية. ويتضمن تحقيق ذلك، مساعدة القيادات المستقبلية في هذه الدول على بناء قوات وطنية قادرة على تأمين حدودهم واحتواء التهديدات التي تشكلها الجهات الفاعلة من غير الدول أو القوى الخارجية الساعية إلى تحدي سلطتها.

وقد أصبح هذا النهج من التعاون الأمني الإقليمي من السمات الرئيسية، ليس فقط لمنطقة الشرق الأوسط، بل للعالم أجمع. وينطبق المنطق نفسه – على سبيل المثال – على منطقة الساحل الإفريقي؛ حيث أعلنت دولة الإمارات العربية المتحدة في ديسمبر 2017، أنها ستقدم 30 مليون يورو لدعم إنشاء المكون العسكري لـ "مجموعة الساحل 5"، وهي قوة عسكرية مشتركة تتكون من بوركينا فاسو، وتشاد، ومالي، وموريتانيا، والنيجر، وتهدف إلى مكافحة التنظيمات الإرهابية، والمخدرات، وشبكات الاتجار في البشر في المنطقة.[49] وتمثل "مجموعة الساحل 5" دراسة حالة أخرى في غاية الأهمية والتعقيد، وذلك فيما يتعلق بالمساعدات الأمنية الجماعية للجيوش المحلية في إفريقيا؛ من أجل تعزيز قدرتها على الحد من ظاهرة الإرهاب في المنطقة.

ويتضح جلياً، أن مساعدة القوات المسلحة الأجنبية ليست بالأمر السهل. ويبين لنا البحث أن التجربة الأمريكية – وهي إحدى أهم التجارب في هذا المجال – كانت باهظة الثمن وغير مضمونة، وكثيراً ما شابها القصور؛ مثل: عدم الكفاءة التشغيلية أو سوء إدارة التمويل.[50] ويتطلب بناء قوات أمنية ذات مصداقية بذل جهد طويل الأمد، قد يأخذ سنوات طويلة حتى تظهر نتائجه. وعلاوة على ذلك، لا يمكن أن يعتمد الاستقرار

الإقليمي على التدريب العسكري فحسب، بل يجب أن يُستكمل من خلال سياسة أوسع نطاقاً؛ لبناء هيكل أمني جديد في المنطقة.

السعي من أجل هيكل أمني جديد في العالم العربي

في نهاية المطاف، سيفرَض الاستقرار السياسي من خلال إعادة تعريف نظام الأمن الإقليمي، وتعزيز الآليات التي تمنع التدخلات الأجنبية ونمو التنظيمات الإرهابية. وفي الوقت الذي تمثل فيه المساعدات الأمنية إجابة حاسمة فيما يتعلق بالتعاون الدفاعي، يجب أن يقيّم العالم العربي أزمات العقد الأخير، وينخرط في نقاش حول كيفية بناء إطار دبلوماسي، هو في أشد الحاجة إليه. وفي هذا السياق، يمكن أن تقدم لنا التجربة الأوروبية السابقة بعض الدروس القيمة.

في الجزء الأول من القرن السابع عشر، كانت أوروبا مسرحاً لحرب "الثلاثين عاماً"، التي سقط ضحيتها 8 ملايين قتيل. كان للصراع تداعيات سياسية ودينية: فقد اندلع كنزاع بين الدول البروتستانتية والكاثوليكية، إلا أنه سرعان ما أصبح امتداداً للمنافسة المحمومة بين مملكة فرنسا وإمبراطورية هابسبورغ من أجل الهيمنة القارية، وأصبح يُنظر إلى الأزمات المحلية في إطار ذلك الصراع. وفي نهاية المطاف، وضعت الحرب أوزارها عقب معاهدة وستفاليا للسلام، وهي سلسلة من ثلاث اتفاقيات وقّعت بين عامَي 1646 و1648 في مدينتَي مونستر وأوسنابروك. أسس نظام وستفاليا في جوهره لمفهوم السيادة الوطنية، باعتباره المبدأ الموجه للاستقرار في القارة؛ أي اعتُبرت الدولة المسؤول الوحيد عن كل ما يتعلق بالشؤون الداخلية، مع إدانة قاطعة للتدخل الخارجي.[51] وعلاوة على ذلك، يتضمن نظام وستفاليا أن توازن القوى بين الدول الأوروبية، من شأنه منع اندلاع حروب في المستقبل. ولاحقاً، أصبح هذا الدمج ما بين السيادة الوطنية وتوازن القوى، يمثل ركائز مدرسة التفكير الواقعي، ولاسيما فكر هنري كيسنجر، وزير

خارجية الولايات المتحدة الأسبق، الذي يعتقد بشدة أن هذه القواعد كفيلة بحفظ السلام.[52]

وتشابه البيئة الأمنية المعاصرة في منطقة الشرق الأوسط، من نواحِ عدة، أحداث حرب "الثلاثين عاماً"؛ حيث أشار الخبير السياسي الراحل زبغنيو بريجينسكي إلى أنه يمكننا أن نلاحظ في كلتا الحالتين "بروز الهوية الدينية كدافع رئيسي للعمل السياسي"؛[53] حيث تميزت كلتا الفترتين بتزامن اندلاع الأزمات المحلية، كما تأثرت كلتاهما بالعديد من اللاعبين الذين لديهم أجندة تنافسية.

ولا بد من الإقرار أن هناك حدوداً لهذه المقارنة، مثلها مثل أي حالة تشابه - كانت حرب "الثلاثين عاماً" مواجهة مفتوحة ولم تتضمن اللجوء إلى استخدام مقاتلين بالوكالة - إلا أن المقارنة تستحق الدراسة؛ لأنها يمكن أن تتيح منظوراً جديداً حول كيفية إعادة السلام والاستقرار إلى المنطقة. وكما أكد وزير خارجية ألمانيا، فرانك فالتر شتاينماير بحذر في عام 2016، من أن "اتفاقية سلام وستفاليا ليست مسودة للسلام في الشرق الأوسط، ولكن إذا ما تمعناها عن كثب، فإنه يمكن أن نرى أنها تُتيح لنا بعض الأدوات والأساليب والأفكار، والأمر متروك لنا لتحديدها، واستخلاصها؛ ومن ثم الاستفادة منها في جهودنا الدبلوماسية اليوم".[54]

وكما هي الحال عند تقديم المساعدات الأمنية، فإن تطبيق نظام مشابه لنظام وستفاليا في منطقة الشرق الأوسط، ليس بالأمر السهل بكل تأكيد، إلا أن المنطقة بحاجة ماسة إلى هيكل أمني. فقد كانت الهياكل الأمنية في آسيا أو أوروبا تساعد عادة في منع تصاعد النزاعات والحفاظ على الاستقرار. وبشكل عام، فإن الدمج بين هذه الأبعاد الثلاثة - استراتيجية أمن قومي شاملة، وسياسة عسكرية موجهة لحفظ الاستقرار الإقليمي، وأجندة دبلوماسية لتعزيز الترتيبات الإقليمية - من شأنه ضمان الاستقرار السياسي في ظل التهديدات والتحديات المعاصرة.

الخاتمة

تطورت تحديات الاستقرار السياسي بشكل كبير في العقود الأخيرة، وترتب على ذلك أن أصبحت البيئة الأمنية اليوم شديدة التعقيد، إلى درجة أن أي رد يعتمد على الوسائل العسكرية - أو "القوة الصلبة" - من المرجح أن يكون غير مجدٍ. إن التهديدات والتحديات التي تواجهه اليوم دولة؛ مثل: الإمارات العربية المتحدة، تُعد متعددة الأوجه والأبعاد؛ ما يتطلب إيجاد نهج شامل، وهو ما تناوله هذا الفصل.

ومن المرجح أن تظل بعض التحديات المعاصرة ماثلة، وكما تبين الاستراتيجيات التي تتبناها دول؛ مثل: روسيا أو إيران، فإن أسلوب الحرب بالوكالة، قد يشكل الصراعات المستقبلية في مختلف المناطق، كأوروبا، والشرق الأوسط، علاوة على آسيا. وعليه، فإن هناك توجهاً عاماً يتمثل بالصعوبات المتزايدة التي تواجهها الدول لضمان احتكارها للعنف، وذلك بسبب التحولات المتعاقبة التي طرأت على الحروب.

والحقيقة الماثلة، هي تزايد قدرة الجهات الفاعلة من غير الدول على الحصول على تقنيات متطورة تمكنها من تحدي الجيوش الحديثة. فقد أصبح في مقدور قراصنة الإنترنت تعطيل شبكة الإنترنت المالية والحكومية، من دون ترك أدلة خلفهم؛ وفي هذا السياق، توجد بعض السيناريوهات المرعبة؛ فعلى سبيل المثال، إذا ما تمكنت التنظيمات الإرهابية من الحصول على ترسانة من الصواريخ الباليستية، وقامت بتدريب وحدة مدفعية على استخدام هذه الترسانة، وعملت على إنشاء بنية تحتية للقيادة والسيطرة، فإنه سيكون في مقدور هذه التنظيمات الإرهابية، استخدام هذه القدرات للسيطرة على مساحة من الأرض، وإحباط أي هجوم على معاقلها. وبالنسبة إلى دول؛ مثل: دولة الإمارات العربية المتحدة وحلفائها المشاركين في حملات مكافحة الإرهاب، فإن من شأن مثل هذا السيناريو، أن يحد من استخدامهم القوة، ويرفع مستوى الخسائر المحتملة؛ ومن ثم، يمكن أن يشكل نوعاً من "ضمان البقاء" لتلك التنظيمات الإرهابية. وبشكل عام، فإن هذا

سيجعل عملية التخلص من الجماعات الإرهابية أمراً في غاية الصعوبة بالنسبة إلى الدول التي بها سلطات مركزية ضعيفة؛ مثل: أوكرانيا واليمن.

ويمثل هذا الاحتمال واحداً من العديد من الاحتمالات الأخرى الجديرة بأن يتناولها المخططون السياسيون والعسكريون بالدراسة والتمحيص. وكما اتضح جلياً من الثورات العسكرية التي تطرقنا إليها، فإنه يجب علينا أن نظل مدركين التوجهات الناشئة - عسكرياً، واجتماعياً، واقتصادياً، وثقافياً - حيث إنها قد تشير إلى تحول مستقبلي لما تتضح معالمه بعدُ، إلا أنه قد يؤثر تأثيراً كبيراً في معطيات الاستقرار السياسي.

الفصل الثاني

العلاقات الدولية في عصر ما بعد العولمة

عمر العبيدلي

ساندرا بوركارد

المقدمة

شهد العالم مستويات غير مسبوقة من النمو الاقتصادي، منذ قيام الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر، ولطالما كان الاتجاهان الأساسيان اللذان دفعا عجلة النمو هما العولمة والتقدم التكنولوجي.

وترافق النمو الاقتصادي مع زخم هائل، إلا أنه تعرض لعددٍ من الانتكاسات الطويلة، مثل أزمة "الكساد العظيم" (1929-1941)، ويمر العالم اليوم بواحدةٍ من تلك الفترات الانتقالية التي بدأت مع الأزمة المالية العالمية في عام 2008؛ فبرغم نجاح الكثير من الاقتصادات المتقدمة في تصحيح مسارها، وتحقيق مستويات من النمو الاقتصادي تقترب من تلك التي حققتها قبل الأزمة، لم يصاحب حالة الانتعاش زيادة دخل الفرد؛ الأمر الذي أوجد حالة من السخط السياسي،[1] وعادةً ما يلي حالات الركود —ولاسيما حالات الركود الحاد— فترات من النمو الاقتصادي المتسارع بوتيرة غير طبيعية لتعويض معدلات الإنتاج التي لم تُدرَك خلال فترة الكساد.[2] وخلال السنوات العشر الأخيرة كانت الكثير من البلدان تتوقع أن تشهد مرحلة من الازدهار تعوِّضها عن فترات الركود التي عاشتها، ولكن ما حدث كان أن شهدت الكثير من الاقتصادات الرئيسية مستويات منخفضة من النمو الاقتصادي الطويل المدى.[3]

وعادةً ما تكشف الانتكاسات الاقتصادية عن نزعات تميل إلى تغليب المصالح الضيقة، وكره الأجانب،[4] ولم تكن الأزمة المالية العالمية، التي حدثت في عام 2008، خروجاً

عن تلك القاعدة، وتؤكد مصادر عدَّة، مثل استطلاعات الرأي، ونتائج الانتخابات البرلمانية والرئاسية الأخيرة في الكثير من دول العالم،[5] تنامي حالة من فقدان الثقة بالعولمة؛ إذ يعدُّها كثيرون سبباً للمشكلات الاقتصادية التي تواجههم في حياتهم اليومية.

ولهذه التطورات تبعات جسيمة على العلاقات الدولية، والتاريخ حافل بالوقائع التي تؤكد أن العلاقات الاقتصادية كانت الطريقة الأنجع لتعزيز العلاقات الدبلوماسية، ولعل أبرز مثال لذلك الاتحاد الأوروبي، الذي جاء تكوينه ليطوي صفحة الحروب المروِّعة بين الدول الأوروبية التي استمرت قروناً، برغم ما سبقها من فترات من الكساد الاقتصادي تسببت في تدهور العلاقات الدولية، وكان لها أحياناً عواقب وخيمة؛ مثل ما حدث في فترة ما بين الحربين العالميتين؛ إذ كان لأزمة "الكساد العظيم" أثر في اندلاع الحرب العالمية الثانية.[6]

ويبدو أن العلاقات الدولية في يومنا الحاضر لا تكاد تخرج عن هذا القالب؛ فقد ظهرت النزعة القومية الاقتصادية، والحركة التجارية الجديدة (المركنتيلية)، وسياسة الحماية التجارية، والنزعة الانعزالية لتكون الأكثر هيمنةً على السياستين المحلية والدولية، ويتجسَّد ذلك بوضوح في استفتاء خروج المملكة المتحدة من الاتحاد الأوروبي (بريكست)، وفوز دونالد ترامب بالانتخابات الرئاسية الأمريكية في عام 2016. ويُتوقَّع أن تشهد نزعة التعددية مزيداً من التدهور والانحسار؛ ما سيؤدي إلى زيادة النزاعات الضارية حول العالم، وبخاصة في منطقة الشرق الأوسط، وقد يترتَّب على ذلك ظهور أزمة اللاجئين الطويلة المدى على نطاق غير مسبوق، وتزايد التهديدات بالتصعيد العسكري؛ ما قد ينذر بقيام الحرب العالمية الثالثة.

ومن هنا؛ ثمَّة مكاسب جمَّة قد تتحقق إذا نجح صانعو السياسات في مواجهة الوتيرة المتصاعدة للتوتر الجيوسياسي، ومن الحلول التي تمكِّنهم من ذلك تغيير شكل التوجهات نحو العولمة؛ فإذا اقتنعت الشعوب بتقبل فكرة التكامل الاقتصادي مع الدول

الأخرى؛ فعندها قد يتمكَّن صانعو السياسات من التمهيد لبدء مرحلة واعدة تتحسن خلالها العلاقات الاقتصادية والدبلوماسية على السواء، ويُغلق الباب أمام مخاطر اندلاع النزاعات الضارية، إلا أن تطبيق مثل هذه الاستراتيجية يستلزم فهماً أعمق للتوجهات العامة السائدة بشأن العولمة.

إن الدراسة المتأنية للتوجهات السائدة حول مفاهيم مثل التجارة الحرة تؤكد ارتفاع مستويات الأمية الاقتصادية.[7] بمعنى آخر؛ فإن الشعوب لديها معتقدات مغلوطة حول أثر العولمة في مصالحها الشخصية ومصالح بلادها.

ومن هنا، يعدُّ تحسين مستوى التعليم الأساسي في مجال الاقتصاد إحدى السياسات الطويلة المدى التي يمكن للحكومات أن تتبناها؛ إذ يمكن تدريب الناس للتغلُّب على نزعتهم الفطرية التي تنفِّرهم من التجارة الحرة، مثلما يفعلون فيما يخص عدم الاستسلام لرغبتهم الفطرية في تصديق أن الأرض مسطَّحة. لقد تقلصت الحاجة إلى ضرورة الاستثمار في التعليم بفضل ما شهده العالم من عقود من النمو الاقتصادي، إلا أن استمرار التراجع الاقتصادي الحالي –وما تبعه من اضطراب جيوسياسي– يستلزم من صانعي السياسات إعادة النظر في موقفهم بشأن ذلك.

اقتصادات التجارة الحرة

حتى يتم تزويد القارئ الكريم ببعض المعلومات عن علم الاقتصاد نستهل هذه الدراسة بنظرة عامة موجزة عن اقتصادات التجارة الحرة، ثم ننتقل لاستعراض الفهم المغلوط لهذا الموضوع.

1. التجارة ومستويات المعيشة

كل السلع والخدمات، التي يستهلكها الأفراد في وقتنا الراهن، هي من إنتاج أيدٍ أخرى غير أيديهم، ولكنهم يحصلون عليها عن طريق المقايضة المباشرة، أو –في الأغلب–

عن طريق التعاملات السوقية. أما النظام الاقتصادي الذي يكون على الأفراد فيه استهلاك المنتجات التي صنعتها أيديهم دون سواها؛ فيعرَف باسم "الاكتفاء الذاتي"؛ وهو يكفل أدنى مستويات المعيشة حسب أيِّ مقياس، والبشر الذين عاشوا في عصر ما قبل الحضارة في مجتمع يعتمد على الصيد هم أقرب إلى حالة الاكتفاء الذاتي؛ حيث ينفق الفرد كل ما تنتجه يداه بعد عمل يومي شاقٍّ من أجل البقاء على قيد الحياة، دونما أي استمتاع بلحظة من الفراغ.

وتتميز الحضارة بإيجاد فائض زراعي -أي تتمكن أقلية من السكان من إنتاج الغذاء الكافي لجميع أفراد المجتمع على أدنى تقدير-؛ وتلك هي أول خطوة على طريق تحقيق مستويات معيشية عالية؛ لأنها تتطلب التخصُّص في الإنتاج إضافة إلى التجارة.

ولمزيد من الإيضاح، خذ على سبيل المثال قرية تتألف من عشرة أشخاص يعيشون في حالة من الاكتفاء الذاتي؛ حيث يقضي كل منهم يومه كاملاً في الصيد والجمع، ثم يكتشف أهل القرية الزراعة؛ فيصبح بإمكان خمسة أشخاص إنتاج غذاء كافٍ لسكان القرية العشرة، وعندها يشتغل خمسة منهم فقط بالزراعة، ويجد الخمسة الآخرون وقت فراغ يكون عليهم ملؤه بطريقة منتجة؛ بحيث يعود بالنفع على القرية بأسرها، وتنشأ هذه الحاجة إلى الإنتاج من الضرورة التي تستوجب منهم إضافة قيمة إلى القرية؛ من أجل إقناع المزارعين بإعطائهم ما يفيض عن حاجتهم من الغذاء.

والخيارات المتاحة أمامهم لا تُعَدُّ ولا تُحصى: يمكنهم تسلية المزارعين، ويمكنهم جمع المواد المفيدة للمزارعين (التي يمكن أن تدخل في صناعة الأدوات أو الملابس)، ويمكنهم حماية القرية من الحيوانات المفترسة وقطَّاع الطرق، ويمكنهم رعاية أطفال المزارعين، وغير ذلك، وعندما يقومون بهذه الأنشطة، ويقايضونها بما يفيض عن المزارعين من الإنتاج الغذائي، سيرتفع مستوى معيشة سكان القرية جميعاً بفضل زيادة استهلاك السلع والخدمات على ما تكون عليه القرية في حالة الاكتفاء الذاتي بين أفرادها.

ويُلاحَظ أنَّ التخصص يُعدُّ سمة رئيسية من سمات الاقتصاد الجديد؛ فيركز الأفراد جهودهم على إنتاج المزيد من السلع أو الخدمات التي تتجاوز حدَّ كفايتهم؛ من أجل مقايضة ما يفيض عنهم بما يحتاجون إليه من فائض السلع أو الخدمات الأخرى التي ينتجها شخص آخر.

بيد أن التخصص ليس السبب الرئيسي لارتفاع مستويات المعيشة، وإنما التقدم التكنولوجي، الذي من دونه لا يمكن لشخص متخصص في الإنتاج الغذائي أن ينتج فائضاً غذائياً.

2. دور التخصُّص

يمكن للتخصص، بوجه عام، أن يتحقق في غياب التقدم التكنولوجي، ويمكنه أن يسهم في تحسين مستويات المعيشة، وثمَّة طريقتان لذلك: الأولى تنويع القدرات الإنتاجية، والثانية تطبيق وفورات الحجم، وسوف نتطرَّق إلى كلٍّ منهما فيما يأتي:

نبدأ باستعراض نتائج تنويع القدرات الإنتاجية مع توضيح الفرضية بأرقام افتراضية؛ إذ يمكن لكل شخص في القرية أن يعمل لمدة ست عشرة ساعة يومياً، ويحتاج كل شخص إلى كيلوجرام واحد على الأقل من الغذاء كل يوم كي يبقى على قيد الحياة، ويحتاج كذلك إلى قطعة ملابس واحدة كل يوم، وهناك نوعان من الناس في المجتمع: الصيادون والخياطون.

ويحتاج الصيادون إلى أربع ساعات لإنتاج كيلوجرام واحد من الغذاء، واثنتي عشرة ساعة لإنتاج قطعة ملابس واحدة، بينما يحتاج الخياطون إلى اثنتي عشرة ساعة لإنتاج كيلوجرام واحد من الغذاء، وأربع ساعات لإنتاج قطعة ملابس واحدة. ويبين الجدول رقم (1) هذه الأرقام مع تقسيم سكان القرية العشرة إلى عددين متساويين من الصيادين والخياطين.

الجدول رقم (1)

فرص الإنتاج في ظل تنويع القدرات الإنتاجية

		0 صيد/ 16 ملابس	4 صيد/ 12 ملابس	8 صيد/ 8 ملابس	12 صيد/ 4 ملابس	16 صيد/ 0 ملابس
الصيادون	إنتاج الغذاء	0	1	2	3	4
	إنتاج الملابس	1 1/3	1	2/3	1/3	0
الخياطون	إنتاج الغذاء	0	1/3	2/3	1	1 1/3
	إنتاج الملابس	4	3	2	1	0

في حال حظر التخصص والتجارة سيحتاج كل شخص من سكان القرية إلى 16 ساعة لإنتاج كيلوجرام واحد من الغذاء وقطعة ملابس واحدة، ذلك في حين يخصص الصيادون 4 ساعات فقط لصيد الغذاء، ويحتاج الخياطون إلى 4 ساعات فقط لإنتاج الملابس، وفي هذه الحالة سيصل الإنتاج الكلي للقرية إلى 10 كيلوجرامات من الغذاء، و10 قطع ملابس.

ولنفترض الآن إباحة التخصص والتجارة؛ فيركز كل صياد على أعمال الصيد فقط، أي إنه ينتج 4 كيلوجرامات من الغذاء، ولا ينتج أي قطع ملابس، بينما يركز كل خياط على إنتاج الملابس فقط، أي إنه ينتج 4 قطع ملابس، ولا ينتج أي غذاء. ولنفترض أنه يمكن مقايضة كيلوجرام واحد من الغذاء مقابل قطعة ملابس واحدة؛ أي يمكن لكل صياد مقايضة كيلوجرامين من الغذاء مقابل قطعتي ملابس من كل خياط. ومن هنا يمكن لكل فرد في القرية أن يستهلك كيلوجرامين من الغذاء وقطعتي ملابس، ومن ثَمَّ يبلغ الإنتاج الكلي للقرية 20 كيلوجراماً من الغذاء، و20 قطعة ملابس –أي ضعف إنتاج القرية التي يعيش أفرادها على الاكتفاء الذاتي.

ويُعرَف ذلك بمبدأ الميزة النسبية؛[8] إذ يؤدي التخصص، إضافة إلى التجارة، إلى زيادة حجم المنفعة الاقتصادية عن طريق السماح لذوي القدرات المختلفة بأن يركزوا جهودهم على إنتاج ما يجيدون إنتاجه، ومن ثَمَّ يمكنهم مقايضته بما لا يجيدونه.

ويُطبَّق هذا المبدأ في حياتنا اليومية في شتى مناحيها؛ فندع الرياضيين البارعين يركزون على لعب الرياضات المختلفة، ونستمتع نحن بمشاهدتهم في التلفاز، بينما يعكف المهندسون الأكفاء على إنتاج الأجهزة التي نستخدمها، ويفتتح الماهرون في إنتاج الغذاء المطاعم؛ وهكذا. ولذا؛ إذا حاول أحد الأشخاص أن يعتمد على نفسه اعتماداً مطلقاً؛ فلن يستهلك في نهاية المطاف سوى القليل؛ لأنه لم يستغل مهاراته الاستغلال الأمثل.

وعلى الصعيد الدولي تنتج المملكة العربية السعودية النفط بكميات تفوق استهلاكها؛ في حين لا تنتج المملكة أي نوع من السيارات، وتنتج بلدان أخرى مثل اليابان عدداً هائلاً من السيارات يزيد على حاجتها، ولكنها لا تملك أي إنتاج نفطي. وفي ظل نظام الاكتفاء الذاتي سيشكل الاستهلاك الكلي لكلٍّ من المملكة العربية السعودية واليابان جزءاً يسيراً من معدلها الحالي؛ إذ تفتقر المملكة العربية السعودية إلى قدرات إنتاج السيارات والمواد اللازمة لها، ولا تملك اليابان أي نفط.

والسبب الثاني، الذي يجعل التخصص والتجارة يؤديان إلى ارتفاع الاستهلاك الإجمالي، هو وفورات الحجم، التي لا تتطلب افتراض تنويع القدرات. وفي مثال القرية أعلاه افترضنا ضمناً وجود تكنولوجيا إنتاج خطي؛ إذ ينتج الصياد المتخصص كيلوجراماً واحداً من الغذاء خلال أربع ساعات، ومن ثم ينتج 4×1 كيلوجرام= 4 كيلوجرامات من البضائع في 4×4=16 ساعة. وتتضح تكنولوجيا الإنتاج الخطي في الأرقام الواردة بالجدول رقم (1).

ولنفترض أن كل أفراد القرية متشابهون، ولكن الإنتاج غير خطي؛ فإذا قضى شخص ثماني ساعات في الصيد، وثماني ساعات في إنتاج الملابس، ستكون المحصلة

كيلوجراماً واحداً من الغذاء، وقطعة ملابس واحدة، ولكن إذا قضى الشخص 16 ساعة في الصيد؛ فإنه سينتج 4 كيلوجرامات من الغذاء، وإذا ما قضى 16 ساعة في إنتاج الملابس؛ فإنه سينتج 4 قطع ملابس. وترد هذه الأرقام في الجدول رقم (2).

الجدول رقم (2)

فرص الإنتاج في ظل وفورات الحجم

	0 صيد/ 16 ملابس	8 صيد/ 8 ملابس	16 صيد/ 0 ملابس
إنتاج الغذاء	0	1	4
إنتاج الملابس	4	1	0

وفي كلتا الحالتين تؤدي مضاعفة الجهود إلى زيادة الإنتاج إلى أربعة أضعافه؛ وهذا ما يُعرَف بوفورات الحجم، التي تسوِّغها حقيقة انخفاض تكلفة إنتاج الوحدة في معظم الأنشطة عند زيادة مستوى الإنتاج.[9]

ويُلاحَظ أن وفورات الحجم لا تعكس الجوانب التكنولوجية للإنتاج فقط، وإنما تعكس عملية التعلم المتضمَّن في عملية الإنتاج أيضاً؛ فعندما يركز أحد الأشخاص على نطاق محدود من المهام، تتحسن قدرته على تنفيذ تلك المهام؛ ويرجع ذلك إلى أسباب عصبية معرفية.

ومع وجود وفورات الحجم، وتنويع القدرات الإنتاجية، في ظل نظام الاكتفاء الذاتي، يقسِّم كل فرد بالقرية وقته بين الصيد وإنتاج الملابس؛ ما يؤدي إلى إنتاج كلي قدره 10 كيلوجرامات من الغذاء، و10 قطع ملابس. أما إذا ما أبحنا التجارة؛ فيمكن أن يتخصص نصف سكان القرية في الصيد، ويتخصص نصفهم الآخر في إنتاج الملابس، ثم يقايض كل منهم ما يفيض عنه بما يفيض عن الآخر؛ ما يحقق قدرة إنتاجية كلية قوامها 20

كيلوجراماً من الغذاء، و20 قطعة ملابس –أي ضعف إنتاج القرية التي يعيش أفرادها على الاكتفاء الذاتي.

ونلمس هذا المبدأ أيضاً بوضوح في حياتنا اليومية، ولاسيما مع المهام البسيطة التي يمكن لأي شخص أن يقوم بها بالدرجة نفسها، مثل التنظيف، وإعداد الشطائر، وجمع النفايات، وقيادة سيارات الأجرة، وإدخال البيانات، والرد على الهاتف، وما على شاكلتها؛ فإذا ما ركز الناس جهودهم على نطاق ضيق من المهام، ثم تاجروا مع الآخرين، يمكنهم الاستفادة من وفورات الحجم، وإنتاج كميات ضخمة تفوق على نحوٍ كبير تلك التي ينتجها من يُجبَرون على تنفيذ المهام المختلفة بأنفسهم.

إنها آلية مشهودة على الصعيد الدولي؛ فبلدان صغيرة، مثل لوكسمبورج أو ترينيداد وتوباجو، لا توجد لديها مستويات كافية من الطلب لتستفيد من وفورات الحجم في إنتاج السيارات أو الأسلحة؛ ما يضطرها إلى استيراد تلك السلع من أكبر البلدان المنتجة لها، مثل روسيا الاتحادية والولايات المتحدة الأمريكية؛ وكي تتمكَّن من توفير التمويل اللازم لهذه الواردات؛ فإنها تستغل وفورات الحجم في الخدمات المالية والسياحية، التي يمكنها تصديرها بعد ذلك.

وبرغم أن الطريقتين –تنويع القدرات الإنتاجية، ووفورات الحجم– منفصلتان نسبياً؛ فإنهما متوافرتان، وتعزز كل منهما الأخرى في معظم الأحوال. وعلى سبيل المثال، عندما تزور الطبيب ستفحص الممرضة علاماتك الحيوية قبل لقائه؛ وهذا يؤكد حقيقة أن لدى الطبيب ميزة نسبية في تشخيص مرضك، بينما للممرضة ميزة نسبية في أخذ علاماتك الحيوية (التخصص يعتمد على تنويع القدرات). ويمكن للطبيب كذلك أن يستغل وفورات الحجم في الإنتاج عبر طرق عدَّة؛ فعند وجود عدد كافٍ من المرضى يكون من المجدي اقتصادياً للطبيب أن يشتري نظام سجلات طبية إلكترونياً يزيد من سرعة استرجاع معلومات المرضى. ومثال آخر لذلك قد يكون بشراء حقوق الاكتتاب في المجلات الطبية التي تزيد من عدد المرضى الذين يمكن تشخيص حالاتهم، بينما يمكن

للممرضة أن تتبع الممارسات نفسها؛ لأنه عند توافر عدد كافٍ من المرضى يصبح من المجدي اقتصادياً شراء مقياس ضغط دم إلكتروني ليزيد من سرعة قياس ضغط الدم.

وإجمالاً يعدُّ التخصص والتجارة من المحركات الرئيسية، التي تساعد على تحسين مستويات المعيشة، وينطبق هذا على جميع المستويات، بدءاً من الفرد، وصولاً إلى مستوى البلد، أو المستوى الإقليمي. وحرمان الناس من التخصص والتجارة في كل طبقة يعني ضياع الكثير من المنافع الاقتصادية غير الظاهرة. ولعل هذا يتجلَّى بوضوح على مستوى الفرد، كما اتضح في مثال سكان القرية الذين كانوا يعيشون على الكفاف، وسنتطرَّق بمزيد من التفصيل إلى المستوى الدولي فيما يأتي من هذه الدراسة. وقد يجد بعض الناس صعوبة في معرفة ما فاتهم عند عرقلة عملية التخصص والتجارة؛ لأن هناك آخرين يعيشون معهم في البلد نفسه بإمكانهم إنتاج معظم السلع والخدمات اللازمة للاقتصاد، وإن كان على نحو غير كفء.

وقد حظيت هذه المبادئ النظرية بتأييد كبير من خلال الكثير من المطبوعات التي ناقشت النتائج التجريبية للتجارة.[10] وعلى مرِّ التاريخ تمتعت البلدان التي كان لديها مستويات معيشة مرتفعة بحرية التجارة، فيما ترى البلدان الأخرى، التي ترمي إلى تحسين مستويات معيشتها، أن الشراكة مع بقية اقتصادات العالم عن طريق التخصص تُعَدُّ من المحاور الرئيسية لهذه العملية.[11] وقد تكون هناك بعض الاستثناءات، كما سنبيِّن فيما بعد، إلا أن العلاقة بين التجارة والتخصص والازدهار الاقتصادي هي علاقة وثيقة لا تنفصل.

3. أسباب أخرى للتجارة

برغم أننا قد أكدنا أن التخصص من العناصر التي لا تنفصل عن التجارة الحرة؛ فهناك سبب آخر للتجارة لا يتطلَّب تخصصاً، وهو التفضيلات غير المتجانسة. ولنعد إلى مثال القرية من جديد، ولنفترض أن كل سكانها متشابهون من حيث قدراتهم الإنتاجية، وكلاً منهم ينتج كيلوجرامين من الغذاء وقطعتي ملابس في اليوم، ولكنهم يتمايزون في

تفضيلاتهم؛ فيفضل خمسة منهم الغذاء، ويفضل خمسة آخرون الملابس. وهنا تظهر التجارة في غياب التخصص؛ إذ تنتقل البضائع من أيدي هؤلاء الذين يقدِّرونها إلى أيدي آخرين يقدرونها تقديراً أكبر.

وقبل أن نبحث السبب، الذي يجعل الأشخاص والبلدان يتبنون موقفاً مناهضاً للتجارة الحرة، دعنا أولاً نكمل حديثنا حول محدِّدات الازدهار الاقتصادي عن طريق التعمُّق في توضيح دور التقدم التكنولوجي. وكما سبقت الإشارة، يعدُّ التقدم التكنولوجي قوة دفع رئيسية لعجلة التطوير؛ لأنه يتيح للأفراد استغلال الموارد نفسها في إنتاج كمية أكبر من السلع والخدمات. ولقد كانت الثورة الصناعية، التي بدأت خلال القرن الثامن عشر، حدثاً تاريخياً فريداً؛ لأنها مهدت لمرحلة من الابتكار التكنولوجي المستدام وواسع النطاق. ولقد شهد العالم على مدى آلاف السنين قبل الثورة الصناعية بعض التقدم التكنولوجي؛ لكنه لم يرقَ في سرعته، ولا في عمقه، إلى ذلك المستوى الذي شهدته الفترة التي تلت عام 1750.[12]

وبرغم أن التقدم التكنولوجي منفصل إلى حدٍّ كبير عن التخصص والتجارة بوصفهما من محركات النمو الاقتصادي، فثمَّة علاقة قوية بينه وبين التجارة؛ وذلك لأسباب عدة؛ فالتقدم التكنولوجي، وبخاصة في العصر الحديث، يقدم وفورات حجم فاعلة؛ نظراً إلى ضخامة حجم الاستثمارات المحدَّدة واللازمة لتشغيل المختبرات العسكرية، أو الصيدلانية الحديثة، على سبيل المثال. ولذا؛ فإن حركة التجارة الدولية ضرورية حتى يتسنى تحويل التقدم التكنولوجي إلى واقع ملموس؛ لأنها تضمن توافر السوق، واتساع نطاقها بما يكفي لتسويغ تكاليف الابتكار.[13]

وإضافة إلى ذلك تعمل التجارة على تعزيز التقدم التكنولوجي عن طريق دعم تبادل الأفكار، من خلال مقايضة السلع،[14] وهذا ينجم عن حقيقة أن تبني الابتكارات المتوافرة أقل تكلفة من إنتاج ابتكارات جديدة من العدم،[15] ويساعد التبادل الاقتصادي على تيسير

عملية نقل المعرفة من القادة إلى الأتباع؛ الأمر الذي يتم على الأرجح من خلال الهندسة العكسية،[16] وإن كانت هناك قنوات أخرى لذلك.

ومن هذا المنطلق يبدو أن التجارة الحرة قد باتت واقعاً ملحّاً يفرض نفسه، وأي سياسات تعترض سبيلها ما هي إلا محض حماقات. ولعل أبرز الأمثلة على تلك السياسات هو المعوقات المباشرة المتمثلة في فرض الرسوم الضريبية (الضرائب على السلع والخدمات المستوردة)، وتحديد الحصص (تحديد كمية السلع، أو الخدمات المسموح باستيرادها)، وإن كانت هناك إجراءات غير مباشرة أيضاً، مثل فرض اشتراطات تعسفية للصحة والسلامة على الواردات بهدف الحد من حجمها. والواقع أن إجراءات الحماية التجارية تعدُّ -في كثيرٍ من الأحوال- سلاحاً ذاتياً مضاداً للازدهار الاقتصادي.

وإذا ما استعرضنا الرسوم الجمركية، على سبيل المثال، سيتبين لنا أن حجم المشتريات، الذي يتم في أحد محالِّ البقالة، يجسد طبيعة الضرر الاقتصادي المصاحب لسياسة الحماية التجارية؛ فلنتخيل أن أحد المتسوقين يدفع وحده رسوماً ضريبية قدرها 25 في المئة على مشترياته؛ أي بدلاً من أن يدفع 4 دولارات للدجاجة؛ فإنه سيدفع 5 دولارات؛ ما سيؤدي بدوره إلى خفض حجم المشتريات من محل البقالة، أما فيما يخص الوجبات الجاهزة؛ فإن ذلك سينعكس في زيادة إنتاج الوجبات المنزلية. وهذا يؤكد أن للرسوم الجمركية أثراً في خفض مستويات المعيشة عن طريق تقليل كمية السلع والخدمات التي يمكن للفرد شراؤها واستهلاكها، إضافة إلى الحد من قدرة الفرد على استغلال مزايا التخصص.

4. متى يستفيد المجتمع من سياسة الحماية التجارية؟

برغم جدوى هذه المبادئ؛ فهناك أسباب وجيهة قد تحدو بالدول إلى عرقلة عملية التخصص والتجارة، ويعدُّ فهم تلك الأسباب من الأمور المهمة؛ حتى يمكن إيجاد حلول لشبكة العلاقات الدولية المتدهورة في الوقت الراهن. ونعني هنا حالتين منفصلتين: عندما

تخدم سياسة الحماية التجارية المصلحة العامة؛ وعندما تخدم المصالح الضيقة على حساب المصلحة العامة، عن طريق استغلال الأخطاء التي تكتنف النظام السياسي في تقديم أجندته برغم ما لها من تأثيرات عكسية في بقية المجتمع.

وتتضمَّن الفئة الأولى ما اشتهر على نطاق واسع بحجة "الصناعة الناشئة"؛ حيث قد يملك بلد ما القدرة الكامنة على إدارة الصناعة بفاعلية، ولكن قد تحتاج الصناعة إلى أن تمر بفترة حضانة تتوافر خلالها حماية هائلة تتولَّد من احتدام المنافسة العالمية؛[17] وذلك من أجل الكشف عن تلك القدرة. ويمكن مقاربة ذلك بتعليم أحد الأشخاص قيادة السيارات في منطقة مغلقة، أو تعليمه ركوب الدراجات الهوائية باستخدام عجلات التدريب. وبرغم احتدام الجدل حول مدى فاعلية هذه السياسات، فإن هناك دراسات حالة كثيرة يمكن اتخاذها مسوِّغاً للحماية المؤقتة للصناعات الوليدة.

وعادة ما تكون الصناعة محل الاهتمام، في حالة الصناعات الناشئة، صناعة نشطة يحوطها التقدم التكنولوجي؛ من شأنها جلب منافع اقتصادية كبيرة، وخاصة بما لابتكاراتها من أثر في بقية الاقتصاد، ولكن أحياناً يقع الاختيار على الصناعة المنظورة؛ نظراً إلى أهميتها للأمن الوطني؛ ما قد يستلزم فرض إجراءات حماية تجارية مستدامة. وعلى سبيل المثال، يعدُّ الأمن الغذائي أولوية استراتيجية لدى معظم البلدان؛[18] ما يعني أن الحكومات قد تتخلى طواعيةً عن مزايا التخصص والتجارة لتنعم بالاكتفاء الذاتي؛ وقد يتخوَّف بعضهم من إمكانية تضرر السكان تضرراً بالغاً جراء التعطيل الاستراتيجي أو العرضي للتجارة مع أحد الموردين. وتمثل الطاقة والمياه والأسلحة أمثلة أخرى لذلك؛ إذ غالباً ما تميل البلدان إلى الحفاظ على أدنى مستوى من القدرة المحلية، حتى وإن كان ذلك يعني عدم كفاءة الإنتاج، وانخفاض مستويات المعيشة خلال أوقات السلم.

الفئة الثانية في مثال القرية السالف الذكر كانت كل جماعة تجار متجانسة ضمن جماعتها؛ أي إن جميع الصيادين كانوا متشابهين، وكذا جميع الخياطين، والواقع أن الناس

ضمن الجماعات غير متجانسين؛ ما يعني احتمالية أن تعاني جماعة الأقلية خسائر نتيجة للتخصص والتجارة، حتى وإن كان الهدف هو تحقيق المصلحة العامة.

وحتى تتضح الصورة أكثر؛ لنتخيل أن هناك قريتين، إحداهما تضم تسعة صيادين وخياطاً واحداً، والأخرى على العكس تماماً (تضم صياداً واحداً وتسعة خياطين). وفي ظل نظام الاكتفاء الذاتي على مستوى القرية (التجارة بين سكان القرية فقط، وحظر التجارة بين القريتين)، تحقق فئة الأقلية في كل قرية مكاسب هائلة من التجارة؛ نظراً إلى زيادة الطلب على المهارة غير الشائعة: سيستهلك الخياط في القرية الأولى ما يربو على كيلوجرامين من الغذاء وقطعة ملابس واحدة، والعكس صحيح بالنسبة إلى الصياد في القرية الثانية. وفي المقابل سيستهلك كل فرد من أصحاب المهارة الغالبة على القرية أكثر من كيلوجرام واحد من الغذاء وقطعة ملابس واحدة، ولكن في حال إباحة التجارة بين القريتين سيسفر ذلك عن استهلاك كل فرد في القرية كيلوجرامين من الغذاء وقطعتي ملابس، كما سلف ذكره، وسوف يشهد الإنتاج الكليُّ بين القريتين زيادة هائلة عند تبنِّي نظام التجارة الكاملة، نتيجة للتخصص، وسيتحسن حال عموم التجار، أما تاجر الأقلية؛ فسوف يسوء حاله بسبب تقويض الاحتكار.

إنَّ السبب الذي يجعل هذا الموقف يخدم المصلحة العامة، برغم خسارة شخصين، أنه يمكن حسابياً تعويض خسارة الشخصين عن طريق المكاسب التي تحققها البقية في الوقت الذي يراعى فيه تحسين أحوال الجميع لتصبح أفضل ممَّا كانت عليه قبل إباحة التجارة؛[19] إننا نغفل هذه المعادلة الحسابية، المعروفة بمبدأ باريتو للتعويض، لمصلحة الاقتصاد في النفقات، والمبدأ العام الذي يجب أن نتبناه من الآن فصاعداً هو أن التجارة تزيد دائماً من حجم المنفعة الاقتصادية؛ نتيجة للتخصص، ولكن مستويات معيشة الأقلية قد تنخفض مع تغيير التجارة عملية توزيع المنفعة، وإذا ما اتخذ الرابحون الإجراءات اللازمة؛ فإنه بإمكانهم تعويض الخاسرين عمَّا لحق بهم.

وإذا لم يسعَ الرابحون إلى تعويض الخاسرين عمَّا لحق بهم؛ فقد تنشأ حالة من مناهضة التجارة، برغم أنها تخدم المصلحة العامة. ولنضرب مثلاً بما حدث في عام 2018 عندما فرضت الولايات المتحدة الأمريكية رسوماً جمركية على واردات الصلب والألمنيوم؛ إذ كابد المجتمع بأسره خسائر جراء ارتفاع أسعار المعدنين نتيجة لتطبيق الرسوم الجمركية عليهما في الولايات المتحدة الأمريكية، ومن ثمَّ كان على الدولة إنتاج الصلب والألمنيوم محلياً برغم افتقارها إلى الكفاءة اللازمة لذلك؛ عن طريق نقل الموارد من المناطق التي كان بها ميزة نسبية عالية، ومع ذلك، فقد انتفع منتجو الصلب والألمنيوم في الولايات المتحدة الأمريكية من الرسوم الجديدة بسبب استحواذهم على حصة كبيرة من المنفعة الاقتصادية المتضائلة.

وفي حال كانت المصلحة العامة وحدها هي الأساس في اختيار السياسات، فلم يكن ذلك ليمثل مشكلةً، وكانت ستُلغى الرسوم الجمركية، لكن الواقع أن هناك جماعات صغيرة يمكنها تخريب النظام[20] نتيجة للسهولة النسبية التي تتيح لها تشكيل جماعة ضغط بارزة. أما الخاسرون من تطبيق الرسوم الجمركية فهم مئات الملايين من المستهلكين والمنتجين، الذين قد يعجز كثيرون منهم عن إدراك التكاليف، أو حتى معادلتها بالرسوم؛ وذلك بسبب صعوبة الحياة اليومية وتعقيدها. إن السياسة التي ترمي إلى تحقيق المصلحة الخاصة ذات مجال واسع، وتثبت السهولة التي تساعد على نجاح ذوي المصالح الضيقة في تفعيل سياسات مجتمعية من شأنها خدمة مصالحهم على حساب المجتمع كله.[21]

ومن هنا يمكن للرسوم الجمركية أن تخدم المصلحة العامة في ظروفٍ بعينها، ويمكنها أن تضر بالمصلحة العامة في ظروف أخرى، عندما يستغل أصحاب المصالح الضيقة الأخطاء في النظام السياسي. وكما سنبين لاحقاً، في خلال عام 2018 أظهر الاتجاه المناصر للحماية التجارية سمات تجمع بين الجهل بالعملية السياسية وتخريبها، بدلاً من استخدام الرسوم الجمركية من أجل تحقيق المصلحة العامة. ولكي نبلور هذه الحجة يجب أولاً أن نولي اهتمامنا لاقتصادات التقدم التكنولوجي.

معتقدات مغلوطة حول العولمة

تتمثل الأطروحة الرئيسية لهذا البحث في أن نزعة الحماية التجارية تتسبب في تدهور العلاقات الدولية تدهوراً خطِراً، وأن الكثير من الدعم الشعبي لتلك الإجراءات يتأتى من جهل عامة الناس مفهوم التجارة الحرة، وسوف نورد الدليل على هذا الجهل فيما يأتي.

تعدُّ دراسة كابلان Caplan [22] دليلاً أساسياً على انتشار الأمية الاقتصادية؛ إذ تحلل هذه الدراسة بيانات مستمدَّة من مسح أجراه أمريكيون وخبراء اقتصاد في عام 1996 حول الاقتصاد، وهو المسح الذي نُفِّذ على عينة عشوائية ضمت 1510 أفراد من جمهور السكان، و250 خبير اقتصاد من حاملي درجة الدكتوراه. وخلال المسح وُجِّه إلى المجموعتين الأسئلة نفسها حول الاقتصاد، وجُمعت بيانات حول مجموعة عريضة من محدِّدات التحكم في التركيبة الاجتماعية-السكانية.

ونسلط فيما يأتي الضوء على السؤالين الآتيين اللذين تضمَّنهما المسح:

بوجه عام، هل تظن أن الاتفاقيات التجارية بين الولايات المتحدة الأمريكية والبلدان الأخرى مجدية (2) أم غير مجدية للاقتصاد (0)، أم أنها لم تحدث فارقاً (1)؟

متوسط الإجابات:

- خبراء الاقتصاد: 1.87
- الجمهور: 1.33

هل تظن أن الاتفاقيات التجارية بين الولايات المتحدة الأمريكية والبلدان الأخرى قد ساعدت على إيجاد وظائف جديدة في الولايات المتحدة الأمريكية (2)، أم أنها تسببت في فقدان وظائف أمريكية (0)، أم أنها لم تحدث فارقاً (1)؟

متوسط الإجابات:

- خبراء الاقتصاد: 1.46
- الجمهور: 0.64

عكف كابلان[23] على تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية الفاعلة؛ ما ساعده على إثبات أن خبراء الاقتصاد مناصرون متحمِّسون للتجارة الحرة، فيما كان لدى عامة الجمهور شعور فاتر، وأحياناً معادٍ للتجارة الحرة، وقد أوضح كابلان أن التفسير الأكثر وجاهةً لذلك هو أن خبراء الاقتصاد يفهمون الحجة التي ذُكِرت في القسم الثاني، بينما تغلب الأمية الاقتصادية على عامة الجمهور، والأهم أنه استبعد أن يكون التحيُّز الأيديولوجي السياسي، أو الانحياز للمصالح الذاتية، من ضمن أسباب الاختلافات، وقد تحقق له ذلك من خلال الاستفادة من البيانات المتوافرة حول محدِّدات التحكم في التركيبة الاجتماعية والاقتصادية.

وليست هذه النتائج حكراً على الولايات المتحدة الأمريكية؛ فقد وثَّق كلٌّ من مايدا Mayda، ورودريك Rodrik،[24] وهاينمولر Hainmueller، وهيسكوكس Hiscox،[25] موجة المعارضة للتجارة بين عامة الجمهور على مستوى العالم، ففي حين توجد اختلافات بين دول العالم، خلص مايدا ورودريك إلى أن "أغلب المشاركين يحبِّذون فرض قيود على التجارة الحرة في معظم البلدان".[26]

والمثير للقلق أن معارضة التجارة الحرة لا تقوم على الحجج المغايرة للصناعة الناشئة، إنما تنشأ عن الاعتقاد المطلق بأنها تتسبب في أضرار اقتصادية.

ولعل أحد الأسباب لذلك هو أن المنافع التي تحققها التجارة الحرة عادةً ما تكون غير ملموسة؛ فبرغم ارتفاع مستويات الإنتاج والاستهلاك في الاقتصادات الضخمة المتنوعة، قد يجد الناس صعوبة في أن ينسبوا زيادة الاستهلاك إلى التجارة، وليس باليسير توضيح الآليات التي يحقق من خلالها التخصص مستويات معيشة مرتفعة، حتى للبالغين. وعادةً ما يسجل طلاب الجامعات في حصص معينة لفهم مزايا التجارة الحرة ومساوئها؛ الأمر الذي يؤكد أن المفاهيم معقدة بوجه أو بآخر، وتتطلب نوعية من الطلاب المتميزين الذين يملكون الدافع إلى فهمها.

وإلى جانب الأمية الاقتصادية نود أن نشير إلى الدور الذي يسهم به كره الأجانب في هذا التوجه؛ فمن الأقوال الشهيرة للفيلسوف الفرنسي فولتير Voltaire: "هذا هو حال الإنسان، فإن رغب في تحقيق العظمة لبلاده؛ فإن ذلك لا يخلو من الرغبة في الإضرار بالبلدان المجاورة"،[27] وهو يؤكد السلوك السلبي الغريب للبشر إزاء العلاقات الدولية. ويعكس كره الأجانب الانحياز إلى الجماعة الذي يظهره البشر بالفطرة.[28] وقد حدَّد علماء الأحياء، الذين يؤمنون بنظرية التطور، أسباب امتلاك البشر هذا الشعور الفطري لكره الأجانب،[29] وبخاصة نحو من يختلفون عنهم في المظهر أو اللغة أو الثقافة.

وإضافة إلى ذلك - وهي من الأمور التي تكتسي أهمية خاصة لفترة ما بعد عام 2008 - هناك حزمة من الأدلة التي تؤكد أن حدَّة نزعات كره الأجانب تتفاقم خلال أوقات الأزمات،[30] ويشمل ذلك الصعوبات الاقتصادية التي تصاحب فترات الركود، ويعد التنصُّل من المشكلات عن طريق إلقاء اللوم على أفراد من خارج الجماعة من السمات البشرية الأصيلة، وثمَّة دلالات مهمة على تنامي نزعات كره الأجانب[31] في أثناء وقوع الأزمة المالية العالمية في عام 2008؛ ما أدى إلى زيادة التأييد لسياسة الحماية التجارية.

وتجدر الإشارة إلى أن ما شهده القرن الحادي والعشرون من غلبة نزعة كره الأجانب الفتاكة بالاقتصاد على البشر لم يكن السابقة الأولى من نوعها؛ فخلال العصور الوسطى، كانت النزعة التجارية المركنتيلية هي النموذج المهيمن على السياسة الخارجية، وهي النزعة التي قامت على التشكيك في القدرة على إقامة علاقات اقتصادية مع البلدان الأخرى من أجل تحقيق المنفعة للجانبين.[32] والواقع أن معظم الحديث، الذي أدلى به صانعو السياسات حول السياسة في البلدان المتقدمة، كان شكلاً من أشكال الحركة المركنتيلية الجديدة، التي تركز على تحقيق فائض تجاري عن طريق تبنِّي إجراءات حماية تجارية.

وبرغم أننا لا ننفي الدور المهم لنزعة كره الأجانب، فيبقى العامل الرئيسي الذي يفسر سبب شيوع الحماية التجارية بين عامة السكان هو بلا شكٍّ الأمية الاقتصادية، ومع أننا لا تتوافر لدينا أي دراسات يمكن الاستشهاد بها؛ فلا يكاد يوجد حديث يُذكَر على

الساحة العامة حول إجراءات الحماية التجارية دون المستوى الدولي، ويمكننا أن نتوقع أن أي مسؤول يقوم على إدارة إحدى المدن لن يسلم من السخرية والاستهزاء إذا ما حاول فرض رسوم جمركية على السلع والخدمات التي تستوردها مدينته من مدن أخرى ضمن بلاده. وقد جرى العمل بالرسوم الجمركية الداخلية، وتحديد حصص السلع والخدمات قبل القرن العشرين،[33] وقد حالفَنا الحظ عندما لم يخرج علينا أي سياسي بفكرة جادَّة لوضع قيود على التخصص والتجارة على مستوى المنزل، أو الحي، أو القرية؛ فهي لا تلقي بظلالها إلا على المستوى الدولي؛ حيث ينتشر الدعم لفكرة الضرر الاقتصادي الذاتي، جراء ما يكتنف ذلك من جهل وكره للأجانب.

ومن حسن الطالع أن نزعة كره التجارة الحرة ليست ثابتة لا تتغير. وكما سنذكر في القسم الأخير من هذه الدراسة؛ فقد أكدنا في جميع الأقسام السابقة أن التعليم بوجه عام، والتعليم الاقتصادي بوجه خاص، من شأنهما تضييق الهوَّة حول التوجهات السائدة نحو التجارة الحرة؛ ما يساعد على تحويل المعارضين للتجارة الحرة إلى مناصرين لها، بل يؤثر في تشكيل معتقدات الأشخاص وأيديولوجياتهم السياسية؛ فقد ظن الناس في وقت من الأوقات أن الأرض مسطَّحة، ومن ثَمَّ كانت فكرة الدوران حول العالم مستحيلة، ولا شك أن مثل هذه المعتقدات قد عرقلت عملية تحسين مستويات المعيشة، وإن كنا نجحنا في تجاوزها عن طريق البرامج التعليمية والتوعوية. ولذا فقد تؤتي الإجراءات المماثلة في مواجهة الحركة المناهضة للتجارة الحرة ثمارها.

العولمة والعلاقات الدولية

قبل أن نشرع في تحليل طرق مواجهة الأمية الاقتصادية، ونزعة كره الأجانب، في محاولة منا لتشجيع التجارة الحرة، علينا أولاً أن نبين السبب الذي يجعل أهمية التجارة الحرة تتجاوز نطاق تحقيق مستويات معيشية مرتفعة؛ فتأثيرها غير المباشر في تحسين العلاقات الدبلوماسية الدولية يعني أن أهميتها في تحقيق الرخاء البشري قد فاقت ما يمكن الاستدلال عليه من كتب الاقتصاد.

1. العلاقات الاقتصادية ركيزة للعلاقات الدبلوماسية

كانت النظرية الليبرالية هي مصدر الفكرة التي تقول إن للتجارة تأثيرات إيجابية في الدول والمجتمعات البشرية بأسرها، وقد عدَّ الليبراليون التقليديون التجارة من سبل تعزيز السلام؛[34] فدافع كل من مونتسكيو Montesquieu، وتوماس باين Thomas Paine، وإيمانويل كانت Immanuel Kant، عن التأثيرات الناجعة للتجارة؛ وذلك لأنهم يعتقدون أن التجارة قد أثرت في تحسين العلاقة بين البشر؛ إذ كتب مونتسكيو: "متى وجدنا السلوكيات المنسجمة تنتعش التجارة؛ وأينما انتشرت التجارة وجدنا السلوكيات المنسجمة".[35] بينما يصف توماس باين التجارة بأنها "نظام سلمي يبث السلام بين البشر عن طريق إقامة علاقات نافعة بين البلدان والأفراد".[36]

هذا في حين يعدُّون التجارة حركة مناهضة للحرب، ومن ثَمَّ توجهاً مروِّجاً للسلام؛ فيرى مونتسكيو أن "السلام نتيجة طبيعية للتجارة"،[37] فيما يؤكد توماس باين أنه "في حال أفسحنا المجال للتجارة على الساحة العالمية؛ فإنها ستستأصل الحرب من جذورها".[38] وجمع كايت بين الاتجاهين حين قال: "الروح التجارية لا يمكن أن تتعايش مع الحرب، وسوف تهيمن عاجلاً أو آجلاً على كل دولة"، وأضاف: "إذ لن تجد الدول مفراً من [...] إرساء السلام ذي الغاية النبيلة، ونبذ الحرب [...] متى لاح في الأفق شبح اندلاعها".[39]

ولقي هذا النهج النظري للعلاقة بين التجارة والسلام تأييداً من خلال مجموعة واسعة من البحوث التجريبية؛ فقد خلص التحليل التجريبي، الذي أجراه أونيل Oneal وروزيت Russett [40] عن فترة الحرب الباردة، إلى أن التجارة والانفتاح الاقتصادي يغلقان الباب أمام النزاعات، مؤكدَين بذلك صحة ما ذهب إليه الليبراليون. ويرى بولاشيك Polachek،[41] الذي يتفق معه كل من آراد Arad وهيرش Hirsch،[42] أن القادة السياسيين لن يتورطوا في نزاعات مسلحة مع شركائهم التجاريين. وأخيراً، وبناءً على نهج المنفعة؛ فإننا نجد البلدان التي تجني الكثير من التجارة تحرص دائماً على أن تنأى بنفسها عن النزاعات، في الوقت الذي تحاول فيه توسيع آفاق التعاون؛ لأن ما ستكابده

تلك البلدان من خسارة محتمَلة في التجارة تعدُّ الأكبر في تأثيرها؛[43] ولا عجب أن يغلب الطابع السلمي على النظام الدولي عندما تسود الديمقراطية وتنتشر التجارة.[44]

وفي هذا السياق كتب جون ستيوارت ميل: "إن قدرة البشر على أن يثقوا ببعضهم بعضاً ميزة موجودة في كل جوانب الحياة البشرية؛ وربما يكون الجانب الاقتصادي الأقل حظاً منها، ولكنه لا يزال لا حصر له".[45] ويرى ميل أن الثقة التي تنشأ عن التفاعلات الاقتصادية يمكن أن تمتد لتصل إلى مجالات أخرى. وتُظهر البيانات التجريبية أن الثقة عادة ما تزيد نتيجةً للمشاركة في الأسواق،[46] في حين تعتمد الثقة بين البلدان بشدة على وجود الأسواق والمؤسسات الرسمية.[47]

وفي سبيل توضيح فكرتنا سوف نتطرَّق إلى موضوعين أساسيين: أولهما الاتحاد الأوروبي، وثانيهما جولات المفاوضات الأخيرة حول الاتفاقية العامة للتعرفة الجمركية والتجارة (جات)/ منظمة التجارة العالمية من جهة أخرى.

أولاً: الاتحاد الأوروبي

بعد ثلاثة حروب أوروبية، ومن بينها حربان من الحروب الأكثر دموية في التاريخ، أسِّست الجماعة الأوروبية للفحم والصلب (ECSC) بموجب معاهدة في عام 1952؛[48] بهدف سد الطريق أمام النزاعات الفرنسية-الألمانية في المستقبل، وإرساء السلام في أوروبا عن طريق تأسيس سوق مشتركة للفحم والصلب[49] تخضع لإدارة هيئة ذات سلطات تتخطى نطاق الحدود الوطنية،[50] وكانت البلدان التي وقعت تلك المعاهدة هي بلجيكا وفرنسا وألمانيا وإيطاليا ولوكسمبورج وهولندا.[51]

وفي عام 1957 تولت معاهدات روما تأسيس الجماعة الاقتصادية الأوروبية، والجماعة الأوروبية للطاقة الذرية،[52] ثم في عام 1993 جرى التصديق على معاهدة ماستريخت، التي مهَّدت الطريق لتأسيس الاتحاد الأوروبي واتحاده السياسي (وشمل

ذلك سياسة المواطنة والسياسة الداخلية والخارجية المشتركة) فضلاً عن اتخاذ الإجراءات اللازمة لتأسيس الاتحاد النقدي الأوروبي.[53] ومن هنا يتضح لنا كيف ظهر مفهوم التكامل الأوروبي في المجال الاقتصادي. وقد اتسع نطاق الاتحاد بمرور الوقت؛ حتى بات المشروع الأكثر تطوراً على مستوى العالم من حيث التعاون والتكامل الإقليمي،[54] وأُغلق الباب أمام النزاعات المسلحة بين أعضاء الكتلة الإقليمية؛ وهو ما يتماشى مع نظريات الفلاسفة الليبراليين التقليديين.

ثانياً: جولات مفاوضات اتفاقية الجات/ منظمة التجارة العالمية ونتائجها؛ إذ عقدت الجولة التجارية في دولة أوروجواي بين عامي 1986 و1994 في ظل نظام الجات، وشارك فيها 123 بلداً، وتطرَّقت إلى "جميع مجالات التجارة"، وتمثل حتى وقتنا الراهن المفاوضات التجارية الكبرى من نوعها في التاريخ،[55] وقد تقدم عليها الجولة التي عُقِدت في طوكيو فيما بين عامي 1973 و1979.[56]

ونلاحظ، من منظور تجريبي، أنه منذ نهاية جولة طوكيو حتى ختام جولة أوروجواي ارتفع معدل التجارة بنسبة 12 في المئة بين بلدين كان أحدهما عضواً في اتفاقية الجات، وبنسبة 21 في المئة بين بلدين كان كلاهما عضواً في الاتفاقية.[57] أما الحجم الكلي للصادرات؛ فقد شهد زيادة من نحو 1.5 تريليون دولار أمريكي في عام 1979 (وفق تقدير عام 2000) إلى ما يربو على أربعة تريليونات دولار أمريكي في عام 1996 (وفق تقدير عام 2000).[58]

وفي الوقت نفسه انخفض عدد النزاعات المسلحة بين الدول انخفاضاً كبيراً؛ فمع نهاية جولة طوكيو، وخلال مفاوضات جولة أوروجواي، انحسرت النزاعات بين الدول انحساراً هائلاً، وقد بلغت هذه التطورات ذروتها فيما بين عامي 1993 و1994؛ إذ لم ينشِب نزاع واحد بين الدول الأوروبية؛[59] الأمر الذي يؤكد أن تحسين العلاقات الاقتصادية قد آتى أُكُلَه بتعزيز العلاقات الدبلوماسية.

2. العواقب المترتبة على المعتقدات المغلوطة بشأن العولمة

إذا كانت زيادة حركة التجارة تساعد على تقليل فرص انـدلاع النزاعـات المسـلحة؛ فإن انخفاض حركة التجارة سـيزيد من فرص اندلاعها؛ وهذا ما أكده أونيل وروزيـت[60] اللذان اكتشفا أنه كلما قلت مشاركة البلدان في التجـارة زادت فـرص انـدلاع النزاعـات، واتفق معهـما ريـوفيني Reuveny وكـانج Kang،[61] اللـذان أثبتـا أن علاقـة السـببية بـين الصـراع والتجارة، أو بين التعاون والتجارة، هي علاقة متبادلة إلى حدٍّ بعيد، ذلك في حين ذهب بعضهم إلى أن فرض الرسوم الجمركية يزيد من فرص اندلاع النزاعات.[62]

والمثال الأبرز لمجمل الأدلة التجريبية يتمثل في العلاقة بين أزمـة "الكسـاد العظـيم" والحرب العالمية الثانية؛ فقد أدت أزمة "الكساد العظيم"، التي وقعـت في عـام 1929، إلى انخفاض هائل في معدل الازدهار الاقتصادي،[63] انعكس في زيادة نزعة الحماية التجارية،[64] التي يُعزَى بعض أسبابها إلى عدم فهم المبادئ الأساسـية للتكامل الاقتصادي.

ونتيجة لذلك؛ شهدت التجارة العالمية انخفاضاً جسـيماً بلـغ نحـو 25 في المئـة بـين عامي 1929 و1932،[65] وقد استمر الانكماش بـرغم تعـافي الاقتصـادات،[66] ويلاحَـظ أن البلـدان التـي لجـأت إلى سـياسة الحمايـة التجاريـة كابـدت انخفاضـاً أكـبر في النشـاط الاقتصادي يفوق ما كابدته البلدان التي تبنت سـياسات اقتصادية أخرى.[67]

ولأغراض هذا البحث ظهرت أبرز عواقب تفكُّك الاقتصاد العالمي عـلى السـاحتين السـياسـية والدبلوماسـية، وجاءت نزعة الحماية التجارية جنباً إلى جنـب النزعـة الوطنيـة المتنامية؛ إذ ادَّعى المنادون بالقومية أن ارتفاع معدلات البطالة يرجع إلى مـا اقترفتـه أيـدي الأجانب؛[68] وهي النتيجة التي تتفق مع البحوث الحديثة التي أجريت حول آثـار الحرمـان الاقتصادي في الانحياز إلى الجماعة.[69] وقد استغلت أحزاب اليمين المتطرف هـذه الفكـرة؛ ما تكلل باتساع قاعدة مؤيديها.[70] وعلى سبيل المثال استخدم النظامـان الفاشـيان الألمـاني

واليابان سياسة الحماية التجارية في وجهات التصدير مسوِّغاً لمطامحهما التوسعية في كلٍّ من أوروبا الوسطى ومنشوريا على الترتيب.[71]

وفي الفترة التي سبقت الحرب العالمية الثانية لم تتمكَّن جمهورية فايمار من أن تتعايش مع الوضع الذي أوجدته أزمة "الكساد العظيم" في ألمانيا؛[72] الأمر الذي تسبب في استجابة الشعب للحركات المناوئة للدولة،[73] وخاصة في ظل أجواء التشاؤم التي عمَّت البلاد على إثر الهزيمة في الحرب العالمية الأولى، وتوقيع معاهدة فرساي، وتزعزع مكانة ألمانيا على الساحة الدولية، وبعد أن فقد الناخبون الثقة بالحكومة والأحزاب الموالية لها بعد عجزها عن تحسين الوضع،[74] ووجدوا خلاصهم في الفاشية التي عدُّوها بديلاً جذرياً بما يخلقه من آفاق واعدة للانتعاش الاقتصادي.[75]

وقد يقول بعضهم إنه لو كان حدث تعاون على الصعيد الدولي في تنسيق الإجراءات المتخَذَة لمواجهة أزمة "الكساد العظيم" ما كانت الحرب العالمية الثانية لتجد ما يذكي نيرانها؛ فقد كان تنسيق الإجراءات المالية والنقدية بين البلدان من التدابير الضرورية التي كان يجب تبنِّيها عند وقوع أزمة "الكساد العظيم".[76] وقد ساعدت استراتيجية تعليق العمل بنظام الذهب الدولي (Gold Standard) على التخفيف من حدَّة الأزمة في البلدان التي تبنتها، غير أن الأزمة تفاقمت في البلدان التي ظلت تعمل بذلك النظام؛ ما زاد الوضع تدهوراً في البلدان الرئيسية المصدِّرة للسلع؛ الأمر الذي مهَّد لوقوع ألمانيا في قبضة نظام اقتصادي استبدادي وأوتوقراطي كانت مطامحه التوسعية بمنزلة الشرارة التي منها اندلعت نيران الحرب العالمية الثانية.[77]

وجرت دراسة أوجه التشابه بين الأزمة المالية، التي وقعت في عام 2008، وأزمة "الكساد العظيم"،[78] وإن كان شبح الحرب العالمية لا يزال يلوح في الأفق في الوقت الراهن نتيجة لأزمة عام 2008، وهناك مؤشرات إلى النزاع تستدعي القلق في ظل ازدياد شعبية الأحزاب اليمينية في بلدان مثل فرنسا وإيطاليا؛ وما قد يترتب على الخروج البريطاني من الاتحاد الأوروبي من نتائج، ويمكن اعتبار انتخاب دونالد ترامب رئيساً

للولايات المتحدة الأمريكية، في ولاية تميل إلى السياسة الانعزالية والحماية التجارية، نتيجة من نتائج الأزمة المالية الأخيرة.[79]

ومن ثَمَّ؛ فقد يكون للمعتقدات المغلوطة حول العولمة عواقب وخيمة؛ ما يجعلها ناقوس خطر للبلدان، ومن تلك العواقب ارتفاع خطر نشوب حروب بين البلدان؛ ذلك أن انحسار التكامل الاقتصادي له آثاره المدمِّرة في ناحيتين؛ فقد يؤدي إلى قلب كفَّة الآثار الإيجابية الطيبة للعلاقات الدبلوماسية التي تبناها الفلاسفة الليبراليون التقليديون من ناحية؛ وقد يعطي رجال السياسة ذوي التوجهات العدوانية الذريعة لشن عمليات عسكرية هجومية من ناحية ثانية؛ الأمر الذي يستلزم ضرورة اتخاذ الخطوات اللازمة للتصدي لهذه الموجة.

وقد تصاعدت نزعة الحماية التجارية في السنوات التي تلت الأزمة المالية لعام 2008، ومن ثَمَّ تراجعت التجارة تراجعاً كبيراً، والمفزع في الأمر،[80] كما سبقت الإشارة، أن الظاهرة نفسها قد وقعت في السنوات التالية لأزمة "الكساد العظيم".

وبلغت هذه التطورات ذروتها في عام 2018 عندما أعلن الرئيس الأمريكي، دونالد ترامب، فرض رسوم جمركية على واردات الألمنيوم والصلب (بمعدل 10 في المئة، و25 في المئة على التوالي) بقيمة تقدَّر بنحو 50 مليار دولار.[81] ولكي ندرك حجم الرسوم الجديدة التي فرضها ترامب يجب أن نبين أن متوسط الرسوم الجمركية التي كانت مفروضة على التجارة بين البلدان الأوروبية والولايات المتحدة الأمريكية لم يكن يتجاوز 3 في المئة،[82] ثم بدأ تطبيق الرسوم الجمركية الجديدة في الشهر نفسه مع منح إعفاءات مؤقتة لكلٍّ من الاتحاد الأوروبي وكندا والمكسيك وعدد من البلدان الأخرى، وبلغت قيمة الرسوم المفروضة في النهاية نحو 20 مليار دولار. ورداً على الرسوم الأمريكية الجديدة أعلنت الصين، في شهر إبريل من العام نفسه، فرض رسوم جمركية جديدة تعادل حجم الخسارة التي تكبَّدتها. وبعد انتهاء مدة الإعفاءات المؤقتة على واردات الألمنيوم والصلب الممنوحة للدول الأعضاء في اتفاقية التجارة الحرة لأمريكا الشمالية (نافتا) والاتحاد الأوروبي، في

شهر يونيو 2018، ردَّ الاتحاد الأوروبي وكندا بإجراءات انتقامية تمخَّضت عن فرض رسوم جمركية على السلع التي تصدِّرها الولايات المتحدة الأمريكية إليهما.[83] وفي سياق متصل، وتحديداً في شهر أغسطس، أعلن الرئيس ترامب مضاعفة الرسوم الجمركية التي سبق تطبيقها على الواردات التركية (من 10 في المئة إلى 20 في المئة على واردات الألمنيوم، ومن 25 في المئة إلى 50 في المئة على واردات الصلب)، لترد تركيا على الخطوة الأمريكية بفرض رسوم جمركية جديدة على السلع الأمريكية.[84]

ويلاحظ في هذه الحالات أن رد الفعل على الرسوم الجمركية تمثل في فرض البلدان المستهدَفة نفسها رسوماً جمركية؛ وهو ما تجسَّد بوضوح في حالة تركيا، حيث حذَّر الرئيس التركي رجب طيب أردوجان من أن تركيا، الدولة العضو في منظمة حلف شمال الأطلسي (الناتو)، قد تفكر في دخول "أسواق جديدة وتحالفات جديدة"،[85] ملوِّحاً بأن بلاده ستعزز العلاقات مع روسيا، وربما مع إيران في النهاية.[86]

ومن هنا نلحظ أن الإذعان ليس بالاستجابة المحتمَلة لسياسة الحماية التجارية؛ فهي تستفز البلدان، وتدفعها إلى تبني سياسات أكثر عدوانية؛ حتى عندما يكون الحلفاء الذين جمعهم التحالف منذ أمد بعيد ملتزمين معاهدات الدفاع المشترك.

وبالرجوع إلى الحديث عن فئتي الحماية التجارية، اللتين ذُكرتا سابقاً؛ فإن الرسوم الجمركية التي فرضتها الولايات المتحدة الأمريكية على الألمنيوم والصلب تندرج ضمن الفئة الثانية للحماية التجارية، التي تخدم جماعة أصحاب المصالح الضيقة على حساب المصلحة العامة؛ فعند فرض الرسوم الجمركية ترتفع أسعار الألمنيوم والصلب، ومن ثَمَّ تجني شركات الألمنيوم والصلب المنافع، ولكن يتضرر بقية المجتمع من ارتفاع أسعار المعدنين للمستهلك، وهذا يؤثر بدوره في القطاعات الأخرى التي تشتري الألمنيوم والصلب، مثل قطاعات الإنشاءات والتصنيع؛ فارتفاع الأسعار يعني انخفاض أرباح تلك القطاعات؛[87] ولذا يكون لدينا منفعة اقتصادية متقلِّصة، يستحوذ قطاع الألمنيوم والصلب على الحظ الأوفر منها على حساب المجتمع كله.

وإضافة إلى ذلك لا نجد مسوِّغاً للقول إن الرسوم الجمركية تهدف إلى حماية الاقتصاد الناشئ في الحالة التي بين أيدينا؛ ذلك أن صناعات الألمنيوم والصلب الأمريكية ليست بالصناعات الجديدة الناشئة التي تحتاج إلى الحماية حتى يمكن تطويرها تطويراً متكاملاً، بل إنها صناعات راسخة لا تتراجع سوى نتيجة لامتلاك الدول المنافسة ميزة تنافسية أفضل.

وتبرر إدارة ترامب الرسوم الجمركية التي فرضتها بالقول إن اعتماد الولايات المتحدة الأمريكية على واردات الألمنيوم والصلب يشكل تهديداً للأمن الوطني، وهو قول بعيد كل البعد عن الصحة؛ فالرسوم الجمركية المفروضة لا تسهم في إرساء الأمن الوطني لعددٍ من الأسباب، أولاً: فُرِضت الرسوم الجمركية على بعض أبرز حلفاء الولايات المتحدة الأمريكية الذين تشاركهم في معاهدات دفاع مشترك؛ ما يعني أن الاستقلال الاقتصادي في صناعات الألمنيوم والصلب عن هؤلاء الحلفاء لا يحمي بالضرورة الأمن الوطني للبلاد. ثانياً: كي تنجح الولايات المتحدة الأمريكية في إنتاج الألمنيوم لا بد من توافر خام البوكسيت، الذي تستورد كل حاجاتها منه نظراً إلى عدم وجود مناجم بوكسيت على أراضيها. وعليه؛ فإن فرض رسوم جمركية على الألمنيوم والصلب ليس كافياً إن كان القصد هو تعزيز الأمن الوطني. وأخيراً يتطلب الأمن الوطني تشجيع الإنتاج المحلي على المدى البعيد، غير أن موارد الولايات المتحدة الأمريكية من خام الحديد (اللازم لإنتاج الصلب) لا تعادل نصف موارد روسيا أو الصين، وبالتالي فلن يؤدي تشجيع الإنتاج المحلي إلا إلى مزيد من الاعتماد على الخارج في المستقبل؛ حيث ستنضب الاحتياطيات سريعاً.[88] ومن ثَمَّ، فإن فرض رسوم جمركية على الألمنيوم والصلب لا يضمن تحقيق الأمن الوطني، وإنما قد يتسبب في إثارة مشكلات سياسية، والإضرار بالمجتمع الأمريكي، فضلاً عن تهديد الأمن الدولي.

3. التدابير المضادة الممكنة

بناءً على ما سبق يمكن أن نخلص إلى أن التجارة الحرة تسهم إسهاماً مباشراً في تحسين مستويات المعيشة من خلال التخصص، وتسهم إسهاماً غير مباشر فيه عن طريق

تشجيع السلام والتعاون الدولي، وقد أوضحت الأقسام السابقة من هذا البحث أن تفشي نزعة مناهضة التجارة الحرة -التي يترتب عليها تدهور العلاقات الدبلوماسية الدولية إلى مستويات خطِرة- يمكن أن يُعزى إلى الأمية الاقتصادية؛ إضافة إلى الانحياز للجماعة (كره الأجانب)، المشكلة التي سنحاول في هذا القسم أن نقترح مجموعة من الحلول والمعالجات لها.

ويتمثل أول الحلول في التعليم؛ ويبدو من خلال الدراسات المذكورة في البحث حول التوجهات حيال التجارة الحرة[89] أن ثمَّة علاقة وثيقة بين مستوى تعليم الفرد وتأييده التجارة الحرة؛ وهي العلاقة التي تتجلى، على وجه الخصوص، في حالة التعليم في مجال الاقتصاد.

وربما نلتمس العذر لصانعي السياسات إذا ما ظنوا أن القضاء على الجهل في التعليم الاقتصادي لن يجني سوى العائدات الاقتصادية فقط، التي تتمثل في الدعم الكبير للتكامل الاقتصادي، إلا أن هذا البحث يؤكد أن ما يترتب على معالجة هذه المشكلة من فوائد قد يتجاوز تلك الآفاق؛ فالتكامل الاقتصادي ليس وسيلة لتحسين مستويات المعيشة فحسب، وإنما يعدُّ خطوة مهمة على طريق تحقيق السلام العالمي.

أما ثاني الحلول، التي يمكن من خلالها مواجهة آثار النزعة المناهضة للتجارة الحرة؛ فيكمن في تعزيز دور المنظمات المتعددة الأطراف، وعلى رأسها الأمم المتحدة، والبنك الدولي، وصندوق النقد الدولي، ومنظمة التجارة الحرة، عن طريق تزويدها بموارد أكثر، ومنحها المزيد من الصلاحيات التنفيذية؛ فتلك المنظمات كافةً تناصر التكامل الاقتصادي، ولديها القدرة على تحسين المستويات الحالية للنشاط الاقتصادي بين البلدان، بغضِّ النظر عن جهل العامة بمزاياها، وهو ما قد يتحقق باستخدام صلاحياتها التنفيذية في فرض عقوبات على الدول التي تقوِّض التجارة الحرة من خلال سياسات الحماية التجارية التي تتبناها، سواء أكان المحرك لها سياساتها التي تميل إلى تغليب المصالح الخاصة الضيقة؛ أم كان نتيجة لتفشي الجهل بين عامة شعوبها.

هذا في حين يتمثل آخر الحلول المقترحة في التصدي المباشر لنزعة كره الأجانب، وقد أجمل هويستون Hewstone وآخرون[90] في تحليلهم الانحياز إلى الجماعة الأساليب التي يمكن من خلالها الحد من النزعة الفطرية للتعبير عن كره الأفراد المنتمين إلى جماعات أخرى، وهي تتضمن أنشطة يمكن ممارستها على مستوى الفرد والجماعة؛ نظراً إلى أن لكره الأجانب جوانب نفسية وأخرى اجتماعية.[91]

ويعدُّ التغلب على التحيز أنجع الطرق لمواجهة نزعات كره الأجانب؛ إذ يتعرض الفرد للتحيُّز في إطار موقف يوفر إجراءً مضادًا له،[92] وقد ثبتت جدوى المعالجة غير المباشرة لكره الأجانب عند وجود سلوكيات غير متحيزة من أفراد آخرين يقل انحيازهم تدريجياً، وقد تساعد زيادة التعاطف على خفض مستويات القلق التي تصاحب التفاعل مع أفراد من جماعات أخرى من ناحية، وخلق مشاعر إيجابية إزاء الجماعة كلها من ناحية أخرى، كما يمكن التصدي للتحيز من خلال التعليم، وبخاصة عند الأطفال؛ فمن خلال تعلم كيفية تصنيف الآخرين وفق مجموعة واسعة من العوامل (وليس على أساس الانتماء إلى جماعتهم فقط) يمكن تنمية مهاراتهم الإدراكية التي تساعدهم على مواجهة التحيز.[93]

وتركِّز معظم المقاربات بين الجماعات على زيادة الاتصال النوعي والكمي بين مختلف الجماعات؛ حيث يكون التصنيف وسيلة لترشيد الاتصال، وتضييق نطاق التحيز، وقد يكون نهجا اللاتصنيف وإعادة التصنيف (استخدام ضمير الجمع "نحن" بدلاً من "لنا ولهم") مجديَين في التصدي لتمايز الجماعات، وإن كانا لا يمثلان حلولاً مثالية بسبب احتمالية انعدام الاستقرار مؤقتاً. ولعل خير مثال يؤيد هذا الأسلوب هو حقيقة أن تكوين صداقات من جماعات مختلفة من شأنه تضييق نطاق التحيز. والمثير للاهتمام أن تأثير الاتصال في الحد من التميز يتعاظم عند الحفاظ على التميز الإيجابي لجماعتين في سياق التعاون فيما بينهما؛ ما يعني أن الحفاظ على التصنيف والتميز الملحوظين قد يساعد على خفض مستويات التحيز. وعلى غرار التعليم بالنسبة إلى الأفراد، يمكن الاستفادة من التصنيف بين الجماعات بالنسبة إلى الجماعات؛ فيمكن تصنيف الناس على أبعاد مختلفة في

آنٍ واحد كأفراد منتمين إلى جماعة معينة، أو غير منتمين إليها. وإضافةً إلى ذلك؛ فإن الانتماء إلى فئة عامة قد يؤدي إلى خفض معدل التحيز أيضاً؛ فأهمية التمييز بين الأفراد المنتمين إلى الجماعة وغير المنتمين إليها تتلاشى، ويصبح التصنيف الاجتماعي برمته أكثر تعقيداً.[94]

وينبغي فهم هذه الأساليب كأساليب متكاملة ومتبادلة؛ فمن غير المرجَّح في كثير في الأحوال أن يحدث القبول بين أفراد ينتمون إلى جماعات أخرى، غير أن الإنجازات الأخرى، مثل التعرف إلى الجماعات الأخرى، وانحسار مشاعر القلق بين الجماعات المختلفة، تعد أهدافاً مهمة وأكثر واقعية،[95] ومن ثَمَّ؛ فلا بد لصانعي السياسات من التركيز على تلك الإنجازات حتى يتسنى لهم التغلب على نزعة كره الأجانب.

الخلاصة

تتمثل الفكرة الرئيسية، التي تناولها هذا البحث، في أن سياسات الحماية التجارية والانعزالية الاقتصادية، التي يتبناها المجتمع الدولي في الوقت الراهن، وعلى رأسه بعض محركاته الاقتصادية الرائدة، تشكل تهديداً جسيماً للأمن العالمي، ولا بد من تطبيق أساليب تعليمية وتثقيفية لمعالجة هذه التطورات غير الصحية، وقد طرحنا هذه الفكرة من خلال تأكيد مجموعة المبادئ الآتية:

أولاً: تخدم التجارة الحرة، باستثناء مجموعة محدودة من الظروف، المصلحة العامة، ولطالما كانت تسهم إسهاماً مباشراً في تحقيق الرخاء بالعالم على مدى عقود طويلة، بينما تضر إجراءات سياسة الحماية التجارية بالمصلحة العامة، وتعوق جهود تعزيز الرخاء العالمي، ومن أبرز أسباب تبنّي إجراءات سياسة الحماية التجارية أنها تخدم مصالح جماعات صغيرة في إمكانها تخريب العملية السياسية باستغلال فطنتها وذكائها.

ثانياً: تحظى سياسة الحماية التجارية بدعم شعبي كبير برغم ما تتسبب فيه من ضرر للاقتصاد؛ وذلك لسببين: أولهما تفشي الأمية الاقتصادية، وثانيهما العراقيل التي تواجه التجارة الحرة من نزعات كره الأجانب الفطرية لدى الناس؛ نظراً إلى اقترانها بالعمل مع الأجانب.

ثالثاً: يقلل التكامل الاقتصادي العالمي، الذي تمثل التجارة الحرة شكلاً من أشكاله، من فرص اندلاع النزاعات المدمِّرة بين الدول، ويُعَدُّ الاتحاد الأوروبي وجولات المفاوضات التجارية في أوروجواي أبرز مثالين لذلك؛ لأن التجارة تخلق بين الشعوب تفاعلات تعود بالنفع عليها جميعاً، وتؤدي إلى تعزيز العلاقات الدبلوماسية فيما بينها؛ فضلاً عن أنها تحقق منفعة مشتركة يشكِّل النزاع المسلح تهديداً لها. ومن هنا يتبين أن سياسة الحماية التجارية تعمل على تقويض الدبلوماسية السلمية، ولطالما اتُّخذت ذريعة لشن الحروب، والأسباب التي أدت إلى قيام الحرب العالمية الثانية هي خير مثال لذلك.

ومن ثَمَّ بات تنفيذ البرامج التعليمية التي تتصدى للأمية الاقتصادية ضرورة ملحَّة لمواجهة النزعة الفطرية للارتياب في الأجانب، وينبغي لصانعي السياسات عدم الاستسلام أمام موجة ازدياد الدعم الشعبي لسياسة الحماية التجارية، بل يجب توظيف التفكير الإيجابي على المدى الطويل بصفته خطوة محورية لإنقاذ البشرية من خطر تأجُّج نيران حرب عالمية ثالثة.

الفصل الثالث

مشـروع الإنسان المتطور (Sapiens 5.0)

بيان لتطوير التعاون بين البشـر والذكاء الاصطناعي من أجل خير البشـرية

توني جى بريسكوت
بول إف إم جي فيرشور
خوسيه هالوي

التحدي

بلغ تأثير الإنسان الحديث في كوكب الأرض في غضون 200 ألف عام، حداً تطلب معه إيجاد تعريف لحقبة جيولوجية جديدة، أصبحت تعرف بـ: عصر الإنسان "الإنثروبوسين"،[1] الذي جاء كنتيجة منطقية لعملية بدأت قبل نحو 12500 عام، وتمثلت بثورة العصر الحجري، عندما تعاظم تدخل الإنسان في طبيعة الأرض من خلال تشييد المساكن، أو زيادة مصادر الغذاء بالتحكم في القدرة الإنتاجية الطبيعية للأرض من خلال استحداث الزراعة وتدجين الحيوان لتوفير الغذاء، وتكييف هذه العمليات الطبيعية لضمان بقاء الإنسان.

أوجدت الثورة الصناعية التي بدأت في أواخر القرن الثامن عشر الفيزياء والكيمياء، وهما اللتان يتحكم فيهما الإنسان؛ بهدف رفع كفاءة أداء الأدوات، بدءاً من المحركات العاملة بالبخار، وأنوال الحياكة، وصولاً إلى الطائرات وأجهزة الحاسوب. وحسنت هذه الثورة من صحة الإنسان، وأوجدت مواد لم تكن متوافرة في الطبيعة؛ مثل: البلاستيك، والرماد المتطاير، والنويدات المشعة، والمعادن، والنيتروجين التفاعلي، والبلوتونيوم. وقد أحدثت المنتجات الثانوية للثورة الصناعية، تلوثاً غير قابل للعلاج، وتأثيرات بيئية واسعة النطاق، أثرت في المناخ، وهو ما أثر بدوره في جميع المجتمعات في

العالم. وتمثلت نتائج الثورة الصناعية بنشوء مجمعات إنتاجية ضخمة، ومدن تستهلك الطاقة بشكل غير مسبوق، وإنتاج زراعي يعتمد على الأسمدة والمبيدات الحشرية؛ الأمر الذي أخل بالنظام البيئي؛ إضافة إلى الصناعات الطبية، وهي التي وإن أطالت من عمر الإنسان، إلا أنها قد تسببت في تلوث مصادر المياه، من خلال المنتجات الكيماوية الثانوية المتسربة في أثناء عمليتي التصنيع والاستهلاك.

لقد وصل البشر في عصر المعلومات، الذي بدأ في أواخر القرن العشرين، إلى مستويات جديدة من التحكم في بيئة المعلومات المحيطة بهم، وذلك من خلال هندسة ومحاكاة عمليات نفسية واجتماعية واسعة النطاق، أتاحت سرعة غير معهودة في الحصول على المعلومات وتبادلها من أجل الخير والشر.

إن ما أوصلنا إلى العصر الحديث، هو عمق تحكم البشر في مبادئ الطبيعة من خلال قدرات السيطرة المادية لديه، مقرونة بالقدرة على محاكاة أنماط التفاعل الاجتماعي والثقافي، من خلال تكنولوجيا المعلومات. ومع ذلك، فقد كان لذلك التحكم ثمنه، فقد وصلنا في محيطنا المادي، والبيولوجي، والاجتماعي، والثقافي المعقد والمتعدد، إلى نقطة يمكن أن تؤدي إلى عدم استقراره وانهياره، ومعه النشاط البشري برمته.

ينبئ العصر الحديث بمستقبل مجهول للجنس البشري، وهو ما يتمثل بعاصفة التحديات الجسيمة في المجالات الفيزيائية، والبيولوجية، والنفسية، والاجتماعية، والثقافية؛ على نحو لم تعد معه السيناريوهات المخيفة حكراً على مؤلفي قصص الخيال العلمي، ولكنها دخلت حيز التوقعات المسبقة لمستقبلنا الجماعي؛[2] حيث تتوقع بعض تلك السيناريوهات انقراض عصر أنظمة الأرض الحالية والمستقرة، ومعها المجتمع البشري الذي عهدناه، في أقل من ثلاثين عاماً إلى خمسين؛ الأمر الذي يدعو إلى تحرك عاجل.

اقتراح مشروع الإنسان المتطور (Sapiens 5.0)

يستند اقتراح مشروع الإنسان المتطور (Sapiens 5.0) في تحليله ونهجه، إلى أن التعايش بين الإنسان وأنظمة الأرض الطبيعية، يتم من خلال الارتباط الوثيق لأنظمة

الإنسان البيولوجية والنفسية والاجتماعية والثقافية مع الأنظمة البيولوجية والفيزيائية للأرض، لتكون شبكة معقدة من الشبكات المتعددة المستويات. وبدلاً من فصل الإنسان العاقل عن التحديات التي تحتاج إلى حل، يرى اقتراح مشروع الإنسان المتطور أن الإنسان العاقل يمثل في حد ذاته، التحدي الرئيسي للتعايش، والبقاء، والاستدامة على ظهر الأرض. وينتقل هذا المنظور بالأسئلة التي يطرحها علم فيزياء الاستدامة وهي التي تركز على ماهية أن تكون إنساناً في العصر الحديث، إلى التركيز على التحديات التي تواجه حياة البشر، وكيفية ترسيخ منطق العقل والأخلاق البشرية، ودور العلم في الإجابة على هذه الأسئلة الأساسية، وكيف يمكن أن تسهم التكنولوجيا في حلها، وكيفية إيجاد أطر عمل تضمن استيعاب الحلول الممكنة وتعزيزها.

يضع مشروع الإنسان المتطور البشر في بؤرة المعضلة وحلها. وهو ما يعتبر هجراً لوجهة النظر المتعارف عليها والقائلة إن الأنظمة الاجتماعية والفيزيائية المعقدة، عبارة عن حقل مستقل قائم بذاته يخضع لسيطرة نظام خارجي، ويمكن التعبير عن ذلك – على سبيل المثال – بمحاولات عكس عملية تراكم غازات الاحتباس الحراري، من خلال الحلول التكنولوجية. ونقترح الفرضية الأساسية القائلة إنه سيكون في مقدور البشرية تحقيق مجتمع مستدام يتمتع بالعيش الكريم فقط، عندما تُحدث البشرية تحولاً جذرياً في ذاتها، وتستفيد من أحدث أدواتها واختراعاتها، وعلى وجه الخصوص، تلك الأدوات التي توفرها تقنيات الذكاء الاصطناعي والطاقة المتجددة.

ويقترح بيان مشروع الإنسان المتطور، إطلاق مبادرة لتشكيل وتسريع وتيرة العلوم والتكنولوجيا والوعي اللازمة؛ لإحداث هذا التحول الذي يُعد ضرورياً لاستقرار مجمعتنا على المدى الطويل. وقد قامت منظمة الأمم المتحدة بتعريف أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر؛[3] استجابة للتحديات الرئيسية التي تواجهها الأنظمة الفيزيائية، والبيولوجية، والاجتماعية، والثقافية التي عملت على إدامة الحياة البشرية. وتسعى أجندة مشروع الإنسان المتطور للتصدي للتحديات التي تهدد استمرارية المجتمع البشري على

وجه الأرض. وهذا يستند إلى أن أهداف التنمية المستدامة، تعبر عن التحديات المترابطة والكامنة في: 1) المادة ومقومات البقاء (المواد، والطاقة، والغذاء، والماء)؛ 2) الرفاهية (الصحة، والتعليم، والهوية)؛ 3) الأمن والحكم.[4] وعلى الرغم من ذلك، تتطلب التطورات التي شهدتها المجالات الثلاثة فهماً عميقاً لدور البشر في خلق تحديات لأهداف التنمية المستدامة وإيجاد حلول لها؛ ومن ثم، ترتكز القدرة على تحقيق أهداف التنمية المستدامة على إجراء تحليل عميق لأحوال البشر وارتباطها الوثيق بأنظمة الأرض البيولوجية، والنفسية، والاجتماعية.[5]

هناك حاجة على نطاق واسع وغير مسبوق إلى برنامج جذري وحديث للعلوم والتقنيات التي تركز على الإنسان للتصدي للتحديات الثلاثة المترابطة التي تواجه أهداف التنمية المستدامة، على أن يركز البرنامج على تقنيات الذكاء الاصطناعي البشري لخدمة الوضع البشري. ويقترح مشروع الإنسان المتطور، إطلاق مبادرة لتشكيل وتسريع وتيرة العلوم (المعرفة) والتكنولوجيا (الأدوات) الضرورية؛ لضمان بقاء الجنس البشري في العصر الحديث، ولاسيما إنشاء علم يُعنى بدراسة الوضع البشري، ويكون بمنزلة أساس لتكنولوجيا حديثة للتعاون بين البشر والذكاء الاصطناعي، قائمة على المبادئ المستمدة من النظام المستدام الوحيد الذي نعرفه، وهو الحياة في حد ذاتها. ويجب أن يكون العلم الحديث المعني بدراسة الوضع البشري، بمنزلة ركيزة لتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي البشري؛ وذلك لأن التطور كعملية بيولوجية لم يعمل بالضرورة على إعداد البشر للعصر الحديث.

ويمكن تحقيق الذكاء الاصطناعي البشري، من خلال استخدام المبادئ القائمة على أسس بيولوجية وهي التي تعرّف بأنها منهج الآلات الحية،[6] كما يجب أن يركز على تحسين استقرار الأنظمة البيولوجية، والنفسية، والاجتماعية، والثقافية، للعصر الحديث في مجالات الاقتصاد، والرفاهية، والتعليم، والاستدامة. ويمكن تحقيق قدرة مشروع الإنسان المتطور على تغيير قواعد اللعبة، من خلال التأسيس على فكرة شبكات من

الشبكات التي تُسـرع من خلال نموذج التعلم الدينامي، و - بالمقابل - يمكـن أن تُطبـق التقنيات التي طورت ضمن مشـروع الإنسان المتطور، على علم الوضع البشـري ذاته؛ مـا يتيح بناءً مسـرعاً للعلوم.

لقد كان التقرير الذي أعده العالم فانيفار بوش، عام 1945 للرئيس الأمريكي بعنوان: "العلم، الحدود اللانهائية"، يعبر عن وجهة النظـر القائلـة إن العلـوم - مـع التركيـز عـلى الفيزياء - هي المحرك الدافع إلى التقدم والازدهار. وكانت وجهة النظر هذه سائدة طوال القرن العشـرين، إلا أنها اليوم تواجه تحدياً من أسئلة على شاكلة إذا مـا كانـت الأسـاليب العلمية تتيح الوصول المتميز إلى المعرفة أو لا، والمخاوف بشأن طبيعـة العلـوم المفرطـة في التخصصـية، وابتعادها المتزايد عن العلوم الإنسانية والمجتمع.[7] وفي واقع الأمر؛ فقد أدى عدم وجود أي تأثير في القضايا الاجتماعية الأساسـية مثل التعليم، والرفاهيـة، والصـحة، إلى بروز التيارات المناهضة للعلم في المجتمع الغربي.

وفي الوقت الذي يجب أن نبحث فيه عن سبل تكفل إقامة مجتمع يتمتع بالحياة الكريمـة والقدرة على البقاء، والمجتمع القائم على أفضل ما توصلت إليه الإنسانية من علوم وتقنيات، فإنه يجب على المجتمع بأسـره، أن يلعب دوراً حاسـماً في تـأطير هـذه التـأثيرات وتشـكيلها، وضمان تطور الأبحاث والتكنولوجيا بشكل مسؤول، ولفائدة الجميع وليس القلة.[8] وبالنظر إلى هذه المعوقات الرئيسـية؛ يهدف مشـروع الإنسان المتطور، إلى إحداث اختراقات في ثلاثة تحديات مترابطة بين العلوم والتكنولوجيا، وهي التي يمكن أن نلخصها في (أ) التعـاون بـين البشـر والذكاء الاصطناعي، و(ب) تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أجـل التفاعـل الاجتماعي والثقافة، و(جـ) الهندسة المتوافقة حيوياً.

استفادة البشـر من الذكاء الاصطناعي

يتمثل اقتراحنا بأنه يمكن تحقيق ذكاء اصطناعي أكثر فعالية وأمناً، في إطار فرق تجمع ما بين البشـر والذكاء الاصطناعي، بحيث يخضع الهـدف الشـامل للـذكاء الاصـطناعي

والسياق الذي يعمل من خلاله وتأثير نتائجه، للتحديد والتمحيص والتعديل؛ بناء على الخبرة والفهم العلمي والاجتماعي والثقافي والأخلاقي للشركاء البشر. إن ربط أنظمة الذكاء الاصطناعي بأهداف التنمية المستدامة، سيسهل من تحدي تصميم أنظمة ذكاء اصطناعي آمنة وفعالة، مقارنة بتوفير مثل تلك الأنظمة ذات الأهداف العريضة غير المحددة؛ مثل: "زيادة سعادة الإنسان"، وهي التي تماثل اللمسة السحرية للملك ميداس،* قد تقود إلى نتائج عكسية.[9] نرى سوابق مفيدة في برامج التعاون الحالية بين البشر والحاسوب الحالية؛ مثل: جهود محاكاة التغير المناخي والتنبؤ به والتحكم فيه، إضافة إلى جهود البحث عن حياة فضائية ذكية.[10]

يتبع مشروع الإنسان المتطور، نهجاً فريداً في تعامله مع التحديات الملحة التي تواجه الإنسانية، ويختلف هذا النهج عن السياسات الموحدة التي يُنادَى بها في مجالات الطاقة، والبيئة، والتغير المناخي. ويقر مشروع الإنسان المتطور على وجه التحديد، بحقيقة هذه التحديات الملحة التي تواجه أنظمة الأرض، ويضع الإنسانية ذاتها في قلب المشكلة؛ وبناء عليه، نرى أن تخفيف حدة المشكلة، يتطلب زيادة التحليل البشري وصنع القرار، من خلال التعاون ما بين البشر والذكاء الاصطناعي. وعليه، فإن ما توصلت إليه النسخة الخامسة، هو أن من شأن الذكاء الاصطناعي البشري، دعم المجتمعات البشرية في المستقبل، وأنه يمثل تطوراً تكنولوجياً مهماً، وخطوة حاسمة نحو فهم الوضع البشري؛ أي أن يتحقق الذكاء الاصطناعي البشري من خلال العديد من المماثلات المادية والافتراضية التي تتراوح ما بين وسائط التنبؤ المغمورة، وتقديم النصح بشأن صنع القرار؛ لاستخدامها من قبل المؤسسات والحكومات في بيئات البيانات الضخمة المتعددة الأبعاد؛ بهدف التحكم في أنظمة الروبوتات والإلكترونيات الميكانيكية المعقدة، علاوة على أنظمة التعليم الذكية

---

* الملك ميداس King Midas: من شخصيات الأساطير الإغريقية، وهو ملك كان له القدرة على تحويل أي شيء يلمسه إلى ذهب، ولكن هذه القدرة كان لها انعكاسات سلبية؛ حيث لم يستطع أن يلمس أي طعام أو يشرب أي شراب؛ لأنهما سيتحولان إلى ذهب، وتذكر الأساطير - أيضاً - أنه عندما حضن ابنته تحولت أيضاً إلى ذهب. (المحرر).

المكيفة، والتطبيقات الذكية لاستخدامها في مجالات الرفاهية، والتعليم، والتدريب. وينطوي هذا المنظور على نهج جديد وجذري للتفاعل والتعاون بين الإنسان والآلة.

تكنولوجيا المعلومات والاتصالات للتفاعل والثقافة

مع إعادة توجيه تركيز العلوم الأساسية نحو التحديات الملحة والعميقة والواقعية، تبرز الحاجة إلى ترابط فريد بين العلم والعلوم الاجتماعية والإنسانية؛ للدفع بعجلة تطور علم الوضع البشري الجديد، وهو الذي يتضمن أسساً بيولوجية، ونفسية، واجتماعية، وثقافية، ليكون بمنزلة محور للتطبيق والاستخدام الناجح للذكاء الاصطناعي البشري في المستقبل. وتُعد هذه الخطوة ضرورية؛ بالنظر إلى وجهة نظر مشروع الإنسان المتطور بشأن المشكلات التي نواجهها والتي ترى في البشرية مكمن الداء. ونعتقد أن أفضل طريقة لدفع المجتمع العالمي باتجاه الحياة الكريمة والمستدامة تتطلب بذل جهود في مجالات التعليم، والرفاهية، والهوية المعززة بواسطة الذكاء الاصطناعي البشري. وعليه، لن يسهم مشروع الإنسان المتطور فقط في الحفاظ على القيم الثقافية، ولكن الأهم من ذلك، أنه يستفيد منها لما فيه خير المجتمع وتعزيز مرونته؛ ولذلك، يجب علينا أيضاً، استخدام الذكاء الاصطناعي البشري للحفاظ على الجوانب الأكثر أهمية في التاريخ العالمي ودراستها وعرضها؛ من أجل مساعدة الأفراد والمؤسسات على استخدام الماضي معياراً للسلوك الحالي والسلوك المستقبلي، ولتمكين الفرد.

الهندسة المتوافقة حيوياً

كما يجب أن تستند الخوارزميات التي يقوم عليها الذكاء الاصطناعي البشري، على أجهزة صنعت خصيصاً لذلك الاستخدام المحدد، وباستخدام مكونات أساسية للأجهزة من مواد يمكن الحصول عليها بسهولة وقابلة لإعادة التدوير لضمان استدامتها.[11] وعلى الرغم من القدرات التشغيلية الهائلة لأنظمة أجهزة الحاسوب التقليدية القابلة للبرمجة والمخصصة للاستخدام العام، فإنها تواجه تحديات رئيسية؛ مثل: إمكانية توسيع نطاقها، والدمج، واستهلاك الطاقة، والاتصال، وإمكانية التحكم. ويتطلب

الانتقال إلى الذكاء الاصطناعي البشـري تقنيات ثورية، لم تطور فحسب وفقاً للهدف مـن استخدامها وبنية الوظائف التي ستؤديها، ولكن - أيضاً - بناء على قدراتها الفعلية؛ مثـل: الاتصال، والسـرعة، والمتانة، والاستدامة، والطاقة، والتصميم والمواد؛ كما يجـب التركيـز على المكونات الأساسـية والبنيـة الحاسـوبية الحديثـة لأنظمـة الحاسـوب العاليـة الكثافـة والمتعددة الاستخدامات والمستدامة التي يمكن أن توجه مسار مجموعة واسعة النطاق مـن تقنيات الذكاء الاصطناعي البشـري المرتبطة بواجهات تقنيـة ملائمـة. ويكمـن التحـدي الحقيقي هنا، في تحقيق أداء آني ومستقل على شبكة الإنترنـت في أثنـاء المعالجـة والتخـزين والتكيف لكمية ضخمة من البيانات، في الوقـت الـذي تكـون فيـه المـواد قابلـة للتحلـل بيولوجياً أو إعادة التدوير للتغلب على معوقات الموارد عند الإنتاج والصـيانة، وهـو مـا يتطلب تصميمات هندسـية جديدة للأجهزة ومكونات أساسـية مستدامة.

نحو مشـروع الإنسان المتطور

يعود أصل الكثير من مشكلات العصـر الحديث، إلى عدم التوافق بين الزيادة المطردة في القدرة التقنية وقدرة الإنسان على تغيير البيئة المادية، والاجتماعية، والانحدار الشديد في معايير الأخلاق، والأدب، والحكمة، والحكم. ونحن بحاجة إلى دمج التعليم والهوية على نطاق جديد، ولا يمكن تطوير الحلول وجعلها واقعية إلا عنـدما تكـون مبنيـة عـلى فهـم عميق للوضع البشـري الذي يتضمن الممارسات البشــرية المرتكـزة عـلى الثقافـة وأنـماط التقييم القائمة على فهم متعدد التخصصات، وضع أساسـه علـماء الأعصـاب، والـنفس، والمؤرخون، والفلاسفة.

إعادة التفكير في الإنسان

يُعد في غاية الأهمية الإجابة على سؤال إذا ما كان العقل البشــري قـد تكيـف أو لا، وكيف سـيتكيف مع ظروف العصـر الحديث، ولاسـيما - على سبيل المثـال - مـع ظهـور الذكاء الاصطناعي. وهل ستكون التصنيفات على شاكلة "فرد"، أو "عميـل" أو "ذات"

أو "مواطن"، أو "شخص أخلاقي"، أو "قيم"، أو "مستهلك"، ذات معنى، وصالحة في المستقبل، أو أننا بحاجة إلى تماثل جديد بين البشر وغير البشر؟؛[12] فعلى سبيل المثال، من المعروف أن عملية صنع القرار البشري مرهونة بالعديد من الآراء المسبقة المتحيزة،[13] في الوقت الذي يخضع فيه مفهوما إرادة الفرد الحرة وكيان الفرد للتمحيص العلمي الدقيق،[14] وفي الوقت نفسه، ما تزال نظرياتنا الاقتصادية والقانونية، قائمة على فرضية العقلانية والإرادة الحرة؛ ما يخلق حاجة إلى حل القضايا العلمية وتحديد تأثيرها في مجرى الشؤون العملية.

ولذلك، فإن من الضروري أن يؤخذ في الحسبان، المقياس الحقيقي لماهية الإنسان، بما في ذلك التباين الواسع للسمات والخصائص البشرية، والديناميكيات الاجتماعية والثقافية التي تشكل السلوك؛ لتكون بمنزلة أساس الرفاهية على مستوى الفرد، وأساس الحكم على مستوى المجتمع. وعلاوة على ذلك، يطرح عدم فهم أخلاقيات وعقلانية البشر، سؤالاً حول كيفية تصنيع هذه السمات في الآلات، ومعرفة ما هو الشكل الذي ستأخذه؛ ولتحقيق هذا الهدف، نحتاج إلى برنامج بحث متكامل جديد، يغطي كلاً من العلوم والعلوم الإنسانية، ويعمل على تطوير فهم علمي وفلسفي وثقافي متكامل للوضع البشري.

إعادة التفكير في العلم.. منظور شبكات الشبكات

ترى فرضية مشروع الإنسان المتطور، أن عدم قدرة العلم على الاستجابة للتحديات الراهنة التي تواجه البشرية، يأتي نتيجة لمحدودية النموذج الاختزالي الذي يمثل جوهر العلوم والتقنيات المعاصرة التي شكلت العالم الذي يعيش فيه البشر اليوم؛ فعلى سبيل المثال، نواجه حالياً أزمة صحية؛ حيث إن ارتفاع متوسط العمر المتوقع بشكل عام في أوروبا (78 عاماً لمواليد عام 2002، مقارنة بـ 81 عاماً لمواليد عام 2014)، يختلف عن المتوسط الثابت للعمر الصحي المتوقع (62 عاماً)؛[15] وبتعبير آخر، نقول: إننا نعمر

طويلاً، ولكن بالتوازي مع ذلك، لم يزد العمر الذي نعاني فيه أمراضاً منهكة مزمنة. ويمثل هذا التباين في الصحة، تحدياً للمفاهيم السائدة عن الوقاية من الأمراض وعلاجها: لماذا لا تُترجم مكاسب التدخلات الفورية إلى مكاسب صحية؟ ونرى الأوضاع المحيرة نفسها في قطاع التعليم؛ حيث تظهر أحدث التحليلات الوصفية الشاملة، أن معظم العوامل التي تعتبر وثيقة الصلة بالتعليم لها تأثير مشابه؛[16] الأمر الذي يطرح سؤالاً أساسياً عن ماهية المبادئ التربوية التي يجب أن تطبق في قاعات الدراسة، أو على التعلم مدى الحياة.

ويمكن أيضاً، النظر إلى هذه المشكلات في قطاعي الصحة والتعليم، على أنها ناجمة من قصور النماذج الكمية الساذجة والمستمدة من الفيزياء على التعامل مع البشر، وأساسهم البيولوجي، وإدراكهم النفسي، ومحيطهم الاجتماعي والثقافي؛ ومن ثم، فإن هناك حاجة إلى إجراء تقييم عميق للعلوم التي يمكن أن تساعدنا على تفسير ومعرفة المجتمع البشري ومصيره.

عندما ننظر إلى الحياة، والبشرية، والمجتمع، والأنظمة البيولوجية الأرضية الداعمة، يمكن أن نلاحظ أنه يمكن فهمها بصورة أفضل، على أنها شبكة من الشبكات المعقدة والمترابطة، مع عدم تجانس، وقوى محبطة وتكيف عشوائي لنقاط الالتقاء والوصلات على نطاقات مكانية وزمانية متعددة،[17] ويمكننا أن نرى - اليوم - بداية مثل هذا العلم الشبكي الذي يمكن أن يقودنا إلى نماذج علمية متكاملة وشاملة وجديدة للفهم والتفسير والتأثير في الأنظمة المادية، والبيولوجية، والنفسية، والاجتماعية، والثقافية المتعددة النطاقات التي تشكل العصر الحديث. ويستند هذا المجهود على المجالات الناشئة في بحوث أنظمة المتغيرات المتعددة وغير المستقرة وغير المتجانسة، علاوة على منظور علوم الأحياء المتعدد الأوجه الناشئ في علوم الحياة.[18] ولكن، يظل تعزيز هذا النموذج الناشئ أمراً بعيد المنال، وهناك حاجة ملحة إلى إيجاد صيغة شاملة لتوجيه العلوم المستقبلية للعصر البشري الحديث.

هذه النقلة النوعية ليست بالبسيطة على الإطلاق؛ حيث إنها تؤثر في كل نواحي المجتمع، إضافة إلى العلوم والتقنيات. وتشمل التحديات التي تواجه هذه النقلة، الأسئلة التي ستطرح، وكيفية تحديد أولويات طرحها، وكيف سيتم تنفيذ العمل، وما هي المناهج التي اتبعت من أجل إيجاد حلول للمشكلات الملحة والمتداخلة، وهي التي حددتها أهداف التنمية المستدامة. كما تؤثر أيضاً في طريقة فهم المشكلات، وتقبل المجتمع للاقتراحات أو الحلول المحتملة التي يقدمها العلم؛ من أجل تطبيقها. و – في المقابل – فإن نموذج الشبكات يتطلب تحليلاً بيولوجياً واجتماعياً عميقاً للمبادئ المنظمة والحاكمة لبنية أنظمة الحياة المتعددة الأوجه، ابتداء بالخلية الصغيرة وانتهاء بالمجتمع الأوسع نطاقاً. كما يجب فهم مختلف أوجه نقاط الضعف وأشكال التنظيم؛ حتى نتمكن من التغلب عليها.

إعادة التفكير في الذكاء الاصطناعي

سيعتمد مستقبل البشرية بشكل كبير على تحقيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، وإلى اليوم، يظل الوصول بالذكاء الاصطناعي إلى مستوى البشر هدفاً مستقبلياً؛ وهناك اعتقاد واسع الانتشار، حول أن صانع أول ذكاء اصطناعي متفوق على البشر، سيكون في موقع قوة مطلقة في منافسة يستحوذ فيها الفائز على كل شيء؛[19] ونتيجة لذلك، فإنه من الأهمية بمكان أن تركز مثل هذه الاختراعات على التطبيقات التي تخدم البشرية، بدلاً من أن تزعزع استقرارها وتهددها؛ واستجابة لذلك، يقترح مشروع الإنسان المتطور، أن نقرن التطورات الجديدة في مجال الذكاء الاصطناعي، مع الإجابة على التحديات المصيرية التي تواجهها البشرية، وذلك من خلال منظور واسع متعدد الاختصاصات.

ينظر مشروع الإنسان المتطور إلى الذكاء الاصطناعي البشري على أنه قد صمم بادئ الأمر؛ محاكاة للذكاء البشري؛ ومن ثم، تطور لاحقاً من خلال التعاون بين البشر والذكاء الاصطناعي. ويؤيد مشروع الإنسان المتطور – على وجه التحديد – وجهة النظر القائلة إن التقدم المستقبلي في العديد من مجالات الذكاء الاصطناعي – بما فيها التعلم،

وصنع القرار، والتنبؤ في البيئات المادية والاجتماعية والافتراضية الديناميكية المعقدة - سيتطلب رؤى جديدة قائمة على مبادئ التصور والإدراك والعمل المستقاة من علم الأحياء،[20] وهي التي ستتيح لأنظمتنا العصبية التأقلم مع عالم معقد ومتغير.

وسيساعد التعاون بين البشر والذكاء الاصطناعي البشر على فهم ماضيهم وحاضرهم، ويتيح لهم إمكانية صياغة مستقبلهم في وئام مع بعضهم بعضاً، ومع أنظمة الأرض. وهنا يمكن التحكم في قوى صانع الأدوات للمساعدة في تحويلها إلى بشر، أو "إنسان عاقل". ويعني هذا أنه يجب استخدام برنامج بحثي نشيط في مجال الذكاء الاصطناعي المتوافق مع البشر، والداعم لهم، والتقنيات الإدراكية المساعدة، كما يجب أن يستخدم جنباً إلى جنب مع واجهات متطورة تربط ما بين الإنسان والآلة. ويمكن تعزيز ذلك من خلال أنظمة المراقبة وعرض البيانات الضخمة الواسعة النطاق والمرتبطة بأنظمة شبكات الحياة المتعددة الأوجه. ويضع مشروع الإنسان المتطور - على وجه الخصوص - تصوراً لطراز جديد من التقنيات، عبر نظام أوراكل، الذي يمكنه استخدام الذكاء الاصطناعي لتحويل البيانات المعقدة والمتعددة إلى تشخيصات وتوقعات بشأن استقرار نظام التعايش البشري - البيئي - الجيولوجي، بحيث تكون متاحة للعلماء والمواطنين والحكومات؛ وستعزز أجهزة التنبؤ من التكنولوجيا للتغلب على ضعف قدرة الإنسان على التنبؤ وصنع القرار الناجمة من التركيبة البيولوجية والنفسية للبشر.

وسيخلق نهج الذكاء الاصطناعي البشري لمشروع الإنسان المتطور، نموذجاً معرفياً جديداً للعلوم؛ حيث سيكون في مقدور أجهزة التنبؤ، تحديد القضايا الجديدة، والمبادئ، والآليات اللازمة لإجراء المزيد من الدراسات التطبيقية بواسطة البشر، وخاصة أن العقل البشري مضطر في نهاية المطاف إلى تعريف للواقع، ومن شأن هذا، أن يوفر - إلى جانب نموذج شبكة الشبكات - مسارات داخلية جديدة، وفرصاً لبناء علم وضع البشر، وتوجيهاً نحو نظام ثابت ومستقر وقائم على التعاون بين البشر والذكاء الاصطناعي.

إعادة التفكير في الاستدامة

تستخدم تقنيات الحاسوب المعاصرة، كميات ضخمة من المواد المتنوعة، تشمل تقريباً كل عناصر الجدول الدوري المستخرجة بكلفة باهظة، وينتج منها مخلفات كثيرة وتلوث جسيم. وقد ازداد استهلاك هذه المواد بصورة مستمرة منذ منتصف القرن العشرين؛ ما أدى في كثير من الحالات، إلى شح متزايد في العناصر الكيميائية المشتقة من الموارد المعدنية.[21] وتتم دراسة الأهمية الحيوية لهذه العناصر الكيميائية وفقاً لثلاثة محاور؛ المخاطر المتعلقة بتوافر الإمدادات، والآثار البيئية، وخطر التعرض للقيود المفروضة على الإمدادات؛[22] ومن ثم، فإن هناك خطراً من استنفاد هذه الموارد، كما حُددت بعض التواريخ المقلقة لنضوب هذه الموارد في العقود القادمة.[23] وسيكون لهذا التهديد عواقب وخيمة على أي تقنيات قائمة على أشباه الموصلات البلورية، وهي التي تقع ضمنها كل تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، والذكاء الاصطناعي، والروبوتات، علاوة على تقنيات الإضاءة بواسطة الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED)، وإنتاج الطاقة الكهروضوئية، والسيارات، والطائرات، والكهرباء المولدة بواسطة الرياح، والهواتف الذكية.

ويجب أن يتصدى تحقيق الذكاء الاصطناعي البشري والتقنيات المستقبلية المرتبطة به، لهذا التحدي، ومراعاة استدامة المواد المستخدمة؛[24] وبالنظر إلى المدى الزمني المتوقع لنضوب الموارد، تُعد مسألة إيجاد تقنيات مستدامة جديدة، أمراً يتطلب العمل الفوري المكثف. لقد استغرق الانتقال من شرائح الترانزستور إلى المعالجات الصغرى، نحو ثلاثين عاماً؛ ومن ثم، فسوف يتطلب إيجاد ركائز حاسوبية جديدة لتقنيات الحوسبة والاتصالات المهمة، وقتاً مشابهاً؛ ولهذا السبب، نلجأ إلى الأنظمة الحية؛ أي الأنظمة المستدامة الموجودة منذ أكثر من 3.5 مليارات عام على ظهر الأرض. وتختلف كيمياء الأنظمة الحية اختلافاً كبيراً عن تلك المستخدمة في التقنيات الحالية. والعناصر الرئيسية الموجودة في الأنظمة الحية، هي: الكربون، والهيدروجين، والنيتروجين، والأكسجين، والفسفور، والكبريت. وهناك أيضاً عناصر أخرى مستخدمة ولكن بتركيز أقل بكثير؛ أي أقل من واحد بالمئة من الكتلة. وعلاوة على ذلك، فإن هذه العناصر الستة

- الكربون، والهيدروجين، والنيتروجين، والأكسجين، والفسفور، والكبريت - تدخل ضمن الدورات الكيميائية الأحيائية: دورة الكربون، ودورة الماء، ودورة الكبريت، ودور النيتروجين، ودورة الفسفور، وترتبط كل هذه الدورات بالغلاف الحيوي للأرض؛ ومن ثم، فإن الأنظمة الحية هي فعلاً، "اقتصاد دائري مستدام" مرتبط بمنظومة الأرض؛ ولذلك، نشدد على ضرورة أن تكون التقنيات القائمة على المبادئ المستقاة من فهمنا للعالم الطبيعي - أي الآلات الحية - جزءاً مهماً من مسيرة تقدمنا (Halloy, 2018).[25]

يجب أن تكون خطة العمل البحثية الجذرية هذه، على درجة عالية من تعدد الاختصاصات، بحيث تشمل كل العلوم الطبيعية والهندسية، إضافة إلى العلوم الاجتماعية؛ لأن تأثيرها سيطال جميع مناحي الحياة في مجتمعاتنا، مثيرة أسئلة أخلاقية جديدة. إن تضمين العلوم الاجتماعية كافة، أمر لا غنى عنه؛ وذلك لأن تقنيات المحاكاة الطبيعية الجذرية، ستتطلب وجود ابتكارات اجتماعية وسياسية ومؤسسات عامة جديدة موجهة لتعزيز المستقبل المستدام والتقنيات الناشئة.

نحو إطار موحد للذكاء الاصطناعي

يطرح مشروع الإنسان المتطور نهجاً متكاملاً ومتماسكاً للذكاء الاصطناعي؛ الأمر الذي يتطلب التعامل مع الجوانب غير المتجانسة للقدرة المعرفية؛ حيث إن التفاعل المنخفض المستوى مع البيئة؛ يؤدي إلى تفاعل ثنائي الاتجاه مع القدرات العقلية العالية المستوى؛ ما يمثل تحدياً تاريخياً لمعرفة كيفية ظهور الوظائف الإدراكية والذكاء في الفرد، من خلال تفاعل وحدات معالجة المعلومات المترابطة والكامنة في بنية الإدراك. فمن جانب، تركز المناهج التنازلية - في الغالب الأعم - على أساليب مستمدة من الذكاء الاصطناعي الرمزي - ابتداء من "حل المشكلات العامة"[26] إلى نظرية الهندسة المعرفية (SOAR)[27] ونظرية محاكاة وفهم الإدراك البشري (ACT-R)[28] والنظريات المرتبطة بها - حيث يُحلل التمثيل المعقد لأي وظيفة بشكل مكرر إلى أبسط عناصره. وعلى الجانب الآخر، تركز المناهج التصاعدية - بدلاً من ذلك - على حلقات التحكم في المستويات

الحسية الحركية الدنيا؛ باعتبارها نقطة بداية التعقيد السلوكي، وهي التي يمكن توسيعها من خلال دمج العديد من حلقات التحكم مع بعضها بعضاً، كما في حالة الروبوتات المصممة وفقاً للنموذج السلوكي.[29]

ويعكس هذان المنهجان، جوانب مختلفة من الإدراك؛ بمستوى عالٍ من التفكير الرمزي في المنهج الأول، ومستوى متدنٍ من السلوكيات المرسخة في المنهج الثاني. وعلى الرغم من ذلك، يتساوى الجانبان، من حيث الأهمية عندما يتعلق الأمر بتحديد نظرية إدراكية موحدة؛ ولذلك، يكمن التحدي الرئيسي في توحيد المنهجين في نظرية هجينة واحدة بحيث (أ) يسمح التحكم التفاعلي بمستوى أولي من التعقيد في التفاعل بين العامل المعتمد أو العامل الافتراضي وبيئته؛ (ب) يوفر هذا التفاعل الأساس لتعلم التمثيلات على مستوى أعلى، لترتيبها بطريقة سببية؛ من أجل التحكم الموجه من أعلى إلى أسفل؛ لتحقيق الهدف.

لقد ركزت التطورات الحالية في مجال الذكاء الاصطناعي، بشكل رئيسي، على كيفية الحصول على تمثيل تجريدي لقواعد البيانات المتعددة الأبعاد، وكيفية استخدامها لدعم سياسات العمل. وفي هذا الإطار، كان هناك منهجان قادران على مجاراة الأداء البشري أو التفوق عليه في مجالات محددة. ففي الجانب الأول، اقترح ما يُعرف بنماذج التعلم العميق التي ترسم المدخلات الأولية (على سبيل المثال، بيكسلات كاميرا التصوير)؛ ومن ثم تحولها إلى منتجات (على سبيل المثال، إجراءات عمل)، وهي التي تفترض الحد الأدنى من الحالات السابقة، وتعوض ذلك من خلال استخدام قواعد بيانات ضخمة للغاية لتحقيق نتيجة مماثلة أو تضاهي الأداء البشري، عند أداء وظائف أساسية؛ مثل: التصنيف البصري،[30] والوصف،[31] وألعاب الفيديو،[32] وألعاب البحث في المساحات الواسعة التقليدية؛ مثل: لعبة "جو"؛[33] ولهذا السبب، يرى أناس أن أنظمة التعلم العميق، تختلف عن الذكاء البشري في أوجه أساسية عدة؛[34] ما يستبعد الوصول إلى ذكاء اصطناعي مشابه لذكاء البشر. ويتطلب هذا المنهج الكثير من القدرة الحاسوبية، ويضر بالتطبيقات الآنية، كما أن توسيعه باهظ التكلفة. وتركز خوارزميات التعلم العميق في

الغالب على تمييز النماذج المثبتة كنموذج حر لخوارزميات التعلم، بينما يعتمد الإدراك الطبيعي على بناء النماذج السببية للعلم؛ بهدف سرعة الوصول إلى المعرفة وتعميمها على الوظائف والمواقف الجديدة.[35]

لقد شجعت هذه الرؤية على ظهور منهج بديل يستند إلى نظريات الحدس البشري في الفيزياء وعلم النفس، وهي التي استخدمت نموذج خوارزميات بايسيان للتعلم، والتي تفوقت على منهاج التعلم العميق في بعض وظائف التصنيف البصري، في الوقت الذي أثبتت فيه قدرات قوية في التعميم في التدريب الذي يأتي على شكل جرعة واحدة. ولكن، كان لهذا الحل ثمنه؛ حيث أصبح التعلم الآن، يتطلب معرفة مسبقة ومستفيضة عن الإنسان البدائي؛ بغرض التعلم منه وكيفية تصنيفه في فئات أكثر تجريداً، وهذا ما أصبح يعرف بمشكلة الأوائل؛[36] ومن ثم، يتخذ المنهجان السائدان موقفين متعارضين بشأن الذكاء الاصطناعي المتطور؛ حيث يُتعلم المنهج الأول من خلال الحاجة إلى كمية ضخمة من بيانات التدريب، والقدرة البشرية على التصنيف المسبق، والوقت والحوسبة؛ بينما يتيح المنهج الثاني التعلم من أول مرة، مدعوماً بافتراض المعرفة الأساسية الموسعة والقدرة على التركيب اللغوي؛ ومن ثم، يظل الذكاء الاصطناعي – على الرغم من التقدم الكبير المحرز في السنوات الأخيرة – بعيداً كل البعد عن التفسير أو المضاهاة للقدرات الكاملة للذكاء الطبيعي في العديد من الوظائف.

إن المطلوب هو تطوير الذكاء الاصطناعي، من خلال دمج الإسهامات غير المتجانسة والمتضاربة جزئياً في هذا المجال، ضمن إطار واحد موحد، تتم فيه صياغة الإسهامات المحددة باعتبارها أجزاء فرعية من هيكل مشروع الإنسان المتطور؛ وهذا من شأنه أن يسمح بدمج مبدئي للتطورات الحديثة في مجال الذكاء الاصطناعي والروبوتات والتعلم الآلي، وهو ما يُعد جوهر مسألة الارتقاء بالذكاء الاصطناعي إلى المستوى البشري. ونقترح – على سبيل المثال – أنه يمكننا التغلب على التحديات التي تطرحها فرضية البيانات الضخمة، باللجوء إلى أساليب أكثر تطوراً؛ لإيجاد توازن بين المعلومات المسبقة والاستفادة القصوى من الموارد. ويمكن تحقيق ذلك، من خلال الدراسة المحددة

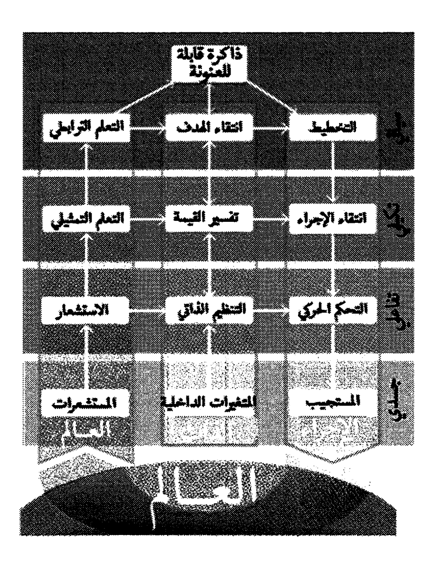
الأهداف والمستندة إلى عدد من الأطر التي تشمل أطر المعلومات النظرية،[37] ومناهج التعلم الآلي،[38] والهندسة المعرفية المرتكزة على العصبية الحيوية.[39] وستستفيد الدراسات الذاتية استفادة قصوى، من الحصول على المزيد من تمثيلات أكثر تجريداً عن العالم المادي. وتستخدم هذه التمثيلات لبناء نماذج سببية لطريقة عمل العامل الإدراكي في العالم المادي، وتوسيع أفقها الزمني من خلال قدرات التخطيط وتشكيل قاعدة ذاكرة شخصية وسرد ذاتي يدعم عملية التواصل مع البشر.

واجهات ذكاء اصطناعي قائمة على أنظمة الذاكرة الشخصية والسرد الذاتي

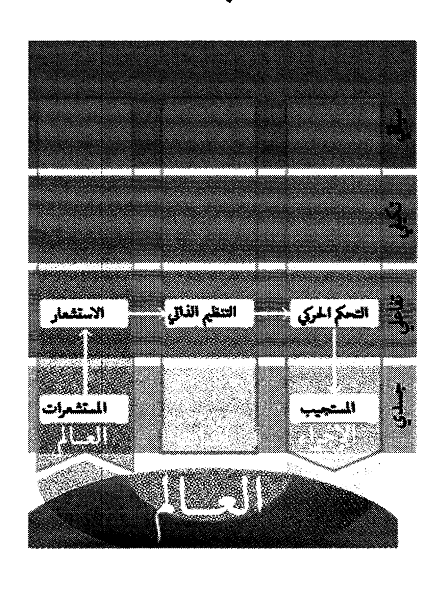
يجب أن تكون أنظمة الذكاء الاصطناعي قادرة على شرح نفسها للبشر ولأنظمة الذكاء الاصطناعي الأخرى. وقد أظهرت التطورات الحديثة في مجال الشبكات العصبية المتكررة ثابتة الارتباط. إن هذه الأنظمة تملك قدرات قوية للتعلم الزماني والمكاني؛[40] ومن ثم، تعمل هذه الأنظمة كمحللات حسية للمدخلات التي تغذي أنظمة بناء نموذجية على مستوى أعلى، ويمكن أن تزيد تدريجياً من الوظائف الإدراكية العليا، بما فيها نظرية العقل.[41] وفي أعلى مستويات الوظائف الإدراكية، تُنظم عناصر هذه الأحداث في هياكل سرد زمنية ومكانية ممتدة. وقد أكد علم النفس التنموي، على مدى عقود من الزمن الدور الحاسم للسرد في بناء الذاكرة الشخصية، وتنظيم الذات، وفهم الآخرين.[42] وقد بدأ استخدام التعلم الآلي في مجال التعلم الاجتماعي في التطور،[43] ويمكن الانتقال بهذا المنهج إلى المستوى اللاحق من خلال دمج مبادئ التطور الإدراكي البشري القائم على الاستخدام،[44] والسرد والتفاعل الاجتماعي مع أحدث أساليب التعلم الآلي.[45] ونقترح على وجه التحديد، أنه يمكن تطوير أحدث واجهات الذكاء الاصطناعي والتعلم مدى الحياة، والبنية السردية من خلال تطوير أنظمة ذاكرة صناعية، جنباً إلى جنب، مع أدوات التفكير التي تستخلص أوجه الاتساق من خبرة الذكاء الاصطناعي؛ ليتم استخدامها في مخطط الذكاء الاصطناعي والتواصل مع البشر.

الشكل رقم (1)

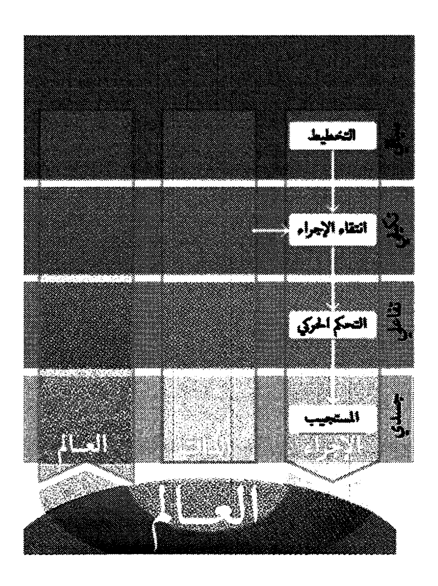
أ



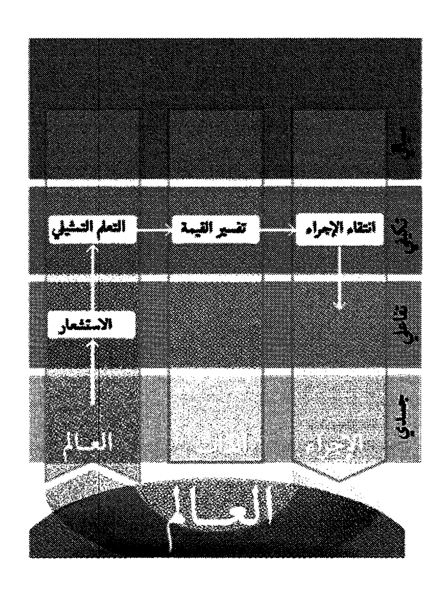
ب

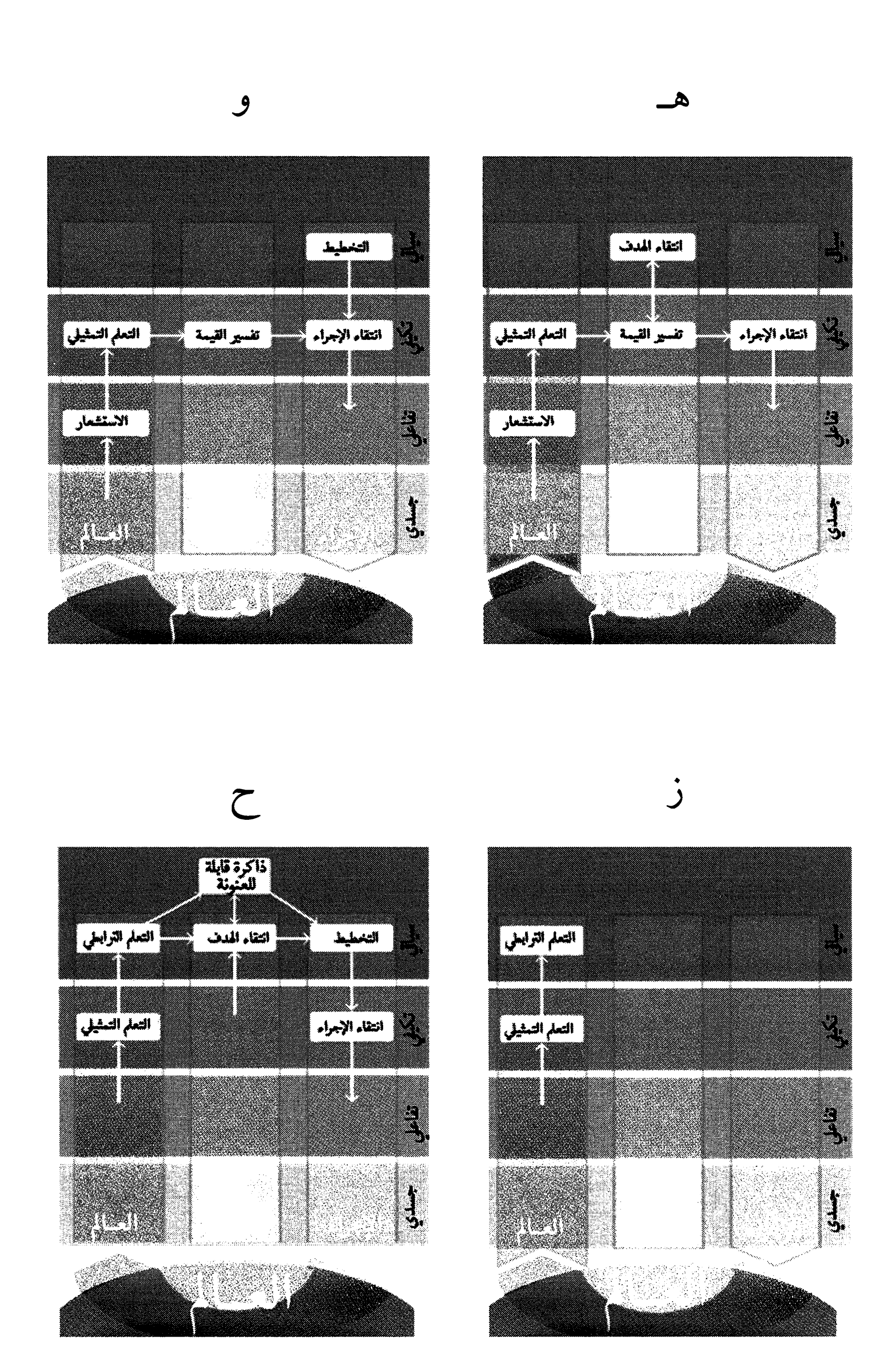


جـ



د




هـ
انتقاء الهدف
التعلم التمثيلي
تفسير القيمة
انتقاء الإجراء
الاستشعار
تفاعلي
جسدي
و
التخطيط
التعلم التمثيلي
تفسير القيمة
انتقاء الإجراء
الاستشعار
ز
التعلم الترابطي
التعلم التمثيلي
ح
ذاكرة قابلة للعنونة
التعلم الترابطي
انتقاء الهدف
التخطيط
التعلم التمثيلي
انتقاء الإجراء

الشكل - 1: تُتيح البنية الهندسية المقترحة لمشروع الإنسان المتطور، إعطاء وصف نظري لعدد من أنظمة الذكاء الاصطناعي ضمن إطار موحد.[46] أ) البنية الهندسية الكاملة لمشروع الإنسان المتطور. تظهر الأشكال الفرعية الأخرى (من ب إلى هـ)، الأوصاف النظرية لمختلف أنظمة الذكاء الاصطناعي ضمن هذا الإطار. ب) التحكم القائم على السلوك.[47] جـ) التخطيط التنازلي.[48] د) تقنية التعلم العميق "كيو".[49] هـ) تقنية التعلم العميق المعزز والمحفز ذاتياً.[50] و) لعبة "جو".[51] ز) برنامج بايسيان للتعلم.[52] حـ) الحاسوب العصبي التفاضلي.[53]

تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة

كيف يمكن للتحديات التي تواجه المجتمع البشري، أن تدعم تطوير تقنيات مستقبلية من أجل تعزيز الفهم البشري للواقع وعملية صنع القرار؟ يتطلب هذا أن نأخذ بعين الاعتبار، أهداف التنمية المستدامة التي أقرتها الأمم المتحدة. ويتمثل الهدف الرئيسي لأهداف التنمية المستدامة بمكافحة الفقر وعدم المساواة من خلال وسائل جديدة لإحراز تقدم جديد، يقترن بحماية البيئة في إطار ثلاثية: مكافحة الفقر، ومواصلة التقدم، وحماية البيئة.[54]

لقد ركز نقاشنا حتى الآن، على أن الافتقار إلى العلم المتكامل بشأن الوضع البشري قد أعاق سعينا نحو فهم الذكاء البشري والأخلاق والسلوك، ومعرفة كيفية تعزيزهما ليكونا في خدمة مجتمع يتمتع بالحياة الكريمة المستدامة. بالطبع، إن المسألة الرئيسية، وهي التي تمثل مفتاح الأزمة التي نواجهها، هي أن العلم لم يجد حتى الآن، حلاً نظيفاً لتحديات الاستدامة الماثلة أمامنا؛ وذلك لأن جل جهد العلم كان منصباً على التفاصيل المختزلة بدلاً من الصورة الكبيرة.

يقترح مشروع الإنسان المتطور، أنه يجب تنشيط الرؤية العلمية لتحقيق ثلاثية: مكافحة الفقر ومواصلة التقدم وحماية البيئة، من خلال إيجاد نهج جديد كلياً. وتتضمن

الخطوة الأولى إجراء تحليل واسع النطاق، للظروف التي تدعم الأفراد والمجتمعات المستقرة والنمطية والمتغيرة، وتلك التي تخدم الأفراد والمجتمعات والثقافات غير المستقرة وغير النمطية. وبناء على هذا التحليل، يمكن تطوير أدوات ذكاء اصطناعي جديدة؛ من أجل المراقبة والتشخيص والتدخل، ولاستخدامها في إعادة الأنظمة إلى حالات الاستقرار؛ ولتحقيق هذا الهدف، نقترح أنه يمكن بشكل موسع، النظر إلى أهداف التنمية المستدامة في إطار مصغر، على أنها تشمل المسائل المتعلقة بسبل العيش: (الموارد، والغذاء، والأمن المائي)، والرفاهية: (الصحة، والتعليم، والهوية)، والأمن والحكم: (المخاطر الوجودية).

سبل العيش

كيف يمكن تحقيق الاستدامة المادية للمجتمع البشري؟ نواجه هنا مسائل تتراوح ما بين استبدال التقنيات الحالية التي تعتمد على مواد وعمليات إنتاج غير مستدامة إلى فهم الأساليب المتوافقة بيولوجياً؛ لزيادة إنتاج المحاصيل من خلال استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي في الاستشعار والاتصالات والحماية، إضافة إلى توسيع تقنيات إنتاج الغذاء المستدامة واستخدام أساليب قوية ومستدامة لتوفير الموارد وصونها. ومن أمثلة السيناريوهات التي يمكن صياغتها استخدام الذكاء الاصطناعي البشري للاستشعار الفعال في اكتشاف الآفات واستراتيجيات واجهات الفيرمون في الزارعة، وعمليات الإنتاج المعززة بواسطة الذكاء الاصطناعي البشري؛ وتقنيات الذكاء الاصطناعي البشري الموجهة للمواطنين لحماية الموارد والمراقبة المستفيضة واستخدام الموارد على نحو مستدام.

الرفاهية

كيف يجب علينا تعريف الصحة والرفاهية في العصر الحديث؟ يتطلب التباين بين متوسط العمر المتوقع ومتوسط العمر الصحي المتوقع – وهو الذي تم التطرق إليه سابقاً – إجراء المزيد من التحليل، بسبب أن الصحة أكثر من مجرد الخلو من الأمراض، ولأن

رفاهية المواطنين وثيقة الصلة باستدامة المجتمع. وفي الوقت الذي ما تزال فيه الرعاية الصحية تركز على معالجة الأمراض (أو مخاطر الإصابة بالمرض)، من خلال التقنيات الطبية الدوائية، بدأت مناهج اجتماعية بديلة في الظهور؛ حيث تعرف الصحة على أنها القدرة على التأقلم والتدبر الذاتي في مواجهة التحديات الاجتماعية والمادية والعاطفية.

إذاً، كيف يمكننا التعلم من الممارسات المبتكرة لتطوير نماذج رفاهية تركز أكثر على الإنسان وتعمل على تمكين المواطنين؟ كيف يمكننا التصدي لتحديات شيخوخة السكان من خلال أشكال اجتماعية جديدة ومعززة تقنياً، في الوقت الذي نقلل فيه من الاعتماد على الأساليب الطبية الباهظة التكاليف؟ ونتوقع هنا، إحراز تقدم هائل في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي البشري؛ ما من شأنه التغيير في قواعد اللعبة.[55] وستتم الاستفادة من هذه الحلول الثورية على الوجه الأمثل، من خلال الالتزام بالاستراتيجيات والسياسات الدولية الخاصة بالتعليم والرفاهية.[56]

ومن العوامل المركبة أن التعليم ما زال في طور البحث عن مبادئ أساسية، ونتيجة لذلك، فنحن نحتاج إلى فهم أفضل للنظم التعليمية والمستقبل الذي تعمل على إعداد الطلاب له، وهو ما يتطلب الانتقال من منظور التعلم المتقطع إلى التعلم مدى الحياة. ويمكن هنا تفصيل التعليم؛ وفقاً للاحتياجات الفردية باستخدام أنظمة التدريس بواسطة الذكاء الاصطناعي البشري. وعلاوة على ذلك، نحن بحاجة إلى إعادة تحليل الأشكال المستخدمة لخلق الهوية في عصر تقنيات الاتصال الواسعة الانتشار والمنفتحة على السوق الحر للأفكار والتأثير التجاري.

وتشمل السيناريوهات التي يمكن تطويرها، تقنيات الذكاء البشري لأجل تقنيات تدخل فردية نموذجية، وأساليب لتعزيز الرفاهية تضع البشر في سياق بيئتهم المادية والاجتماعية كسلسلة من الشبكات التفاعلية الهرمية المتشابكة. وأخيراً، ولدعم عملية صنع القرار العقلاني على مستوى السكان، يجب تطوير برامج لإيجاد علماء وفلاسفة من المواطنين الذين يمكنهم طرح التساؤلات البناءة حول الوضع البشري وفهم معنى حالة

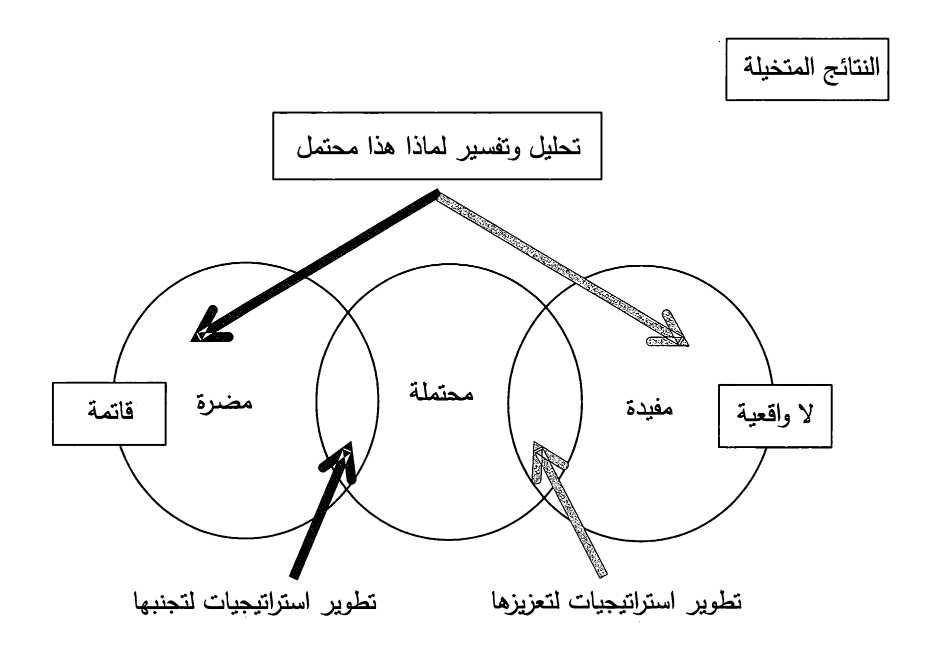
عدم اليقين التي نواجهها. ويجب أن تركز الأمثلة التي ستناقش في إطار هذا السيناريو، على علم الخبرة البشرية والتعلم، جنباً إلى جنب مع تقنيات الذكاء الاصطناعي البشري، الذي يدعم عملية صنع القرار المستنير على المستويين الفردي والجماعي للمواطنين.

الأمن والحكم

مع ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي والعديد من تجلياتها، برزت أيضاً سلسلة من السيناريوهات المتضاربة، وهي التي تتراوح من سيناريوهات التعايش اللاواقعي إلى تلك التي تتنبأ بإبادة مرة. ويجب استيعاب هذه السيناريوهات بشكل جيد؛ لتحديد ومعرفة التحديات والفرص المتاحة لإيجاد مجتمع بشري مستدام تدعمه تقنيات الذكاء الاصطناعي البشري (انظر الشكل 2). وهو ما يتطلب وجود منهج متعدد الاختصاصات، ويركز - على وجه الخصوص - على منظورات: الأخلاق، والمخاطر، والأمن؛ من أجل طرح منظورات بديلة للتنمية المستدامة. وتتمثل التحديات الرئيسية هنا، بمسائل الأمن والحكم.[57]

وبالطبع، لن يكون في الإمكان تطبيق واستدامة الحلول التي يقدمها العلم والتكنولوجيا إلا عندما تدمج ضمن إطارات تنظيمية واقتصادية متوافقة؛ ويجب أيضاً تعريف آليات السلام، والاستقرار، والأمن، والاستدامة بالنظر إلى فهم ما معنى أن تكون "بشرياً"؛ وذلك للحد من المخاطر الناجمة عن أوجه القصور البشري. وتكمن هذه الاعتبارات في صلب أهداف التنمية المستدامة ومستقبل تمكين التكنولوجيا. وعلى حين يجب أن تكون الحلول التي يقدمها الذكاء الاصطناعي، عقلانية ومبنية على الفهم العلمي لمجال تطبيقها ولسياقه الأوسع، فإنها أيضاً بحاجة إلى أن تكون مستدامة بصورة عملية في سياق الميول والمجتمعات البشرية؛ ومن ثم، يجب أن تطور السيناريوهات، بحيث تضيف أبعاد السياسة، والحكم، والاستدامة الاقتصادية إلى هذا المنهج المتعدد الاختصاصات الذي يدفع بحراك علوم وتكنولوجيا مشروع الإنسان المتطور.

الشكل رقم (2)



الشكل – 2: تحديد الفرص والتهديدات عند تطوير الذكاء الاصطناعي البشري. تخيل حجم وكمية النتائج التي يمكن الحصول عليها، والتي تتضمن بعض المخرجات التي تفيد رفاهية البشر، وأخرى ضارة، وبعض النتائج المحتملة، بينما بعضها الآخر غير محتمل (نصنف هذه النتائج بشكل ثنائي، على الرغم من أنه يمكن بوضوح تحديد مرتبة كل تصنيف). ويتفرع هذا المخطط المبسط إلى أربع فئات من النتائج: أولاً، هناك رؤى قاتمة لمستقبل العوالم، وهي رؤى غير محتملة وإن كان يمكن تخيلها، ويقع الكثير من سيناريوهات الخيال العلمي ضمن هذه الفئة. وتكمن الاستراتيجية في تحليل هذه النتائج، وتقييم الخطوات اللازمة لتحقيقها، وضمان تجنب الشروط المسبقة غير المرجحة. وعلى الطرف المقابل توجد الرؤى اللاواقعية، وهي التي يروج لها في بعض الأحيان،

المتحمسون لتقنيات الذكاء الاصطناعي. وفي هذه الحالة، يجب أن تكون الاستراتيجية هي التحليل وأخذ الحيطة والحذر، فيما يتعلق بالدعاوى المبالغ فيها. وبعد ذلك، تأتي النتائج الضارة التي قد تنجم؛ ولذلك يجب علينا - بعد تحديد احتمالية حدوث هذه السيناريوهات - أن نكون سباقين ونضع الاستراتيجيات التي تكفل تجنبها. وأخيراً، هناك أيضاً نتائج مفيدة قد تنجم وهي جديرة بأخذها في الاعتبار؛ ولذلك، يجب علينا بعد التأكد من احتمالية حدوثها، أن ننشط في تطوير الاستراتيجيات التي تعززها.[58]

الفوائد التي سيجنيها الاقتصاد والمجتمع من التقدم التكنولوجي والعلمي الكبير

يتنبأ مشروع الإنسان المتطور، أن تكون المبادئ المؤسسة لأنظمة الذكاء الاصطناعي المستقبلية، محايدة المجال أو - كما صاغها آلين نيويل Newell بقوله - ستكون لديها القدرة على أن يصبح أي شيء وظيفة؛[59] وهو ما يعني ضمنياً أن أنظمة الذكاء الاصطناعي البشري، ستكون ذات قيمة مطلقة لمساعدة البشر على تحقيق أهداف التنمية المستدامة وحل التحديات الأساسية التي تواجه العصر الحديث، كما أنها ستستخدم في مجالات أخرى؛ مثل تلك التي حددتها شركات تحليل الأعمال التجارية. والتحدي هو تجنب التحذيرات التي ترى الذكاء الاصطناعي أداة لجمع المال في يد الأغنياء المتربعين فعلياً على قمة هرم الثراء، وضمان تطوير الذكاء الاصطناعي البشري، بحيث يكون أعم فائدة للجميع؛ ومن أجل التصدي لتحديات الاستدامة التي ستؤثر في الجميع في نهاية المطاف.

إن التقاعس ليس بخيار؛ فالتوجهات الحالية في مجال التكنولوجيا، ماضية نحو توسيع الفجوة في عدم المساواة في الثروة وليس تقليصها.[60] ونتوقع أن يشهد المستقبل مزيداً من التكامل الوثيق بين متطلبات الاستدامة الاقتصادية ومتطلبات المجتمع الكريم والمستدام. بالطبع، يمكن النظر إلى الاستنفاد الحالي والنموذج القياسي التوسعي للبنى الاقتصادية التحفيزية كأحد التحديات الرئيسية التي تواجه مجتمعنا؛ ولذلك يجب تطوير

نـماذج بديلـة يكـون في مقـدورها دعـم وتشـكيل عمليـة تبنـي نـماذج اقتصـادية للـذكاء الاصطناعي البشـري.

يزودنا تحليل الأعمال التجارية بالتوقعات العامة الآتية: وفقاً لتقرير أبحـاث السـوق لعام 2018، وهو الذي أعدته شـركة "وفرنينـغ" Offering[61] فإنـه مـن المتوقـع أن ينمـو سوق الذكاء الاصطناعي من 21.46 مليـار دولار أمريكـي في عـام 2018، إلى مـا قيمتـه 190.61 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2025؛ أي بمعدل نمو سنوي يصـل إلى 36.62 بالمئة، خلال الفترة من 2018 إلى 2025. وتتمثل القوى المحركة الرئيسـية التي تقف خلف هذه الزيادة بـ: نمو مجال البيانات الضخمة، وتبنـي التطبيقـات والخـدمات القائمـة عـلى الحوسبة السحابية، وارتفاع الطلب عـلى المسـاعدين الافتراضـيين الأذكيـاء. أمـا القيـود الرئيسـية التي تحد من حركة السوق، فهي العدد المحدود من خبراء الذكاء الاصطناعي.

ويتوقع مركز أبحاث "فوريستر" Forrester أن يصل سوق حوسبة الذكاء/ الإدراك الاصـطناعي إلى 1.2 مليـار دولار أمريكـي في عـام 2025،[62] متـوقعين أن "تسـهم هـذه التقنيات في زيادة وصول قطاع الأعمال إلى البيانـات، وتوسـع مـن نوعيـة البيانـات التـي يمكن تحليلها، وترفع مسـتوى تطـور النتـائج المستخلصـة". وبـالطبع، فـإن أكـبر تـأثير سـيكون للأعمال والتطبيقات القائمـة عـلى النتـائج المستخلصـة؛ ولـذلك، مـن الأهميـة بمكان، التشـديد عـلى أنـه مـن المتوقـع أن تتركـز التـأثيرات الرئيسـية لتقنيـات الـذكاء الاصطناعي، على المدى القريب في المجالات التي تتجه نحو عملية صـنع القـرار المرتكـز على البيانات الضخمة، إضـافة إلى إنترنـت الأشـياء. ويـرى مركـز أبحـاث "تراكتيكـا" Tractica أن التطبيقـات العشـرة الأولى للـذكاء الاصـطناعي، سـتكون في الخـدمات والعمليات التي تعتمد بشدة على البيانات، كما يتوقع المركز أن ما يقارب خمسـين بالمئة من أصول الصناديق الاستثمارية التي سـيتم تداولها بحلول عـام 2025، سـتكون قائمـة عـلى تقنيـات الـذكاء الاصـطناعي.[63] وحتـى في ظـل هـذه التقـديرات المحافظـة، فـإن حالـة الاستخدام التجاري للخوارزميات، ستظل على رأس قائمـة حـالات الاسـتخدام وسـط

191 حالة استخدام حددها مركز "تراكتيكا". ومن الحالات العشر: استخدام الأولى على رأس القائمة، فإن 60 بالمئة من حالات الاستخدام ذات صلة بمجال البيانات الضخمة، بينما الـ 40 بالمئة الباقية، ذات صلة بتميز الصور والأشياء، وهذا في حد ذاته، تصنيف جيد عالي المستوى لتوقعات ما سيكون عليه السوق.

ويؤكد بيان مشروع الإنسان المتطور، ضرورة توسيع أجندة التطور الاقتصادي المستقبلي للذكاء الاصطناعي، من خلال تضمين الجوانب المميزة للحياة البشرية والرفاهية، وهي التي سبق توضيحها؛ لتكون جزءاً من معادلة القيمة لجهودنا الجماعية. كما يجب أن يكون هدفنا، تحديد المجالات التي يمكن أن يسهم من خلالها الذكاء الاصطناعي المصمم للمواطنين، في عملية التمكين، بدلاً عن المخاطرة بفقداننا السيطرة من خلال رهن تطوير الذكاء الاصطناعي للشركات الكبرى. ويجب أن يكون أحد عناصر هذا النهج، إنشاء فرق ذكاء اصطناعي مسؤولة عن التنبؤات الاقتصادية، والحكومة العالمية، ودعم القرارات، التي يمكن من خلالها مساعدة الحكومات والمؤسسات والمنظمات غير الحكومية على إدارة النمو الاقتصادي على نحو مسؤول ومستدام، في الوقت الذي يعزز فيه تطوير أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، واستكشاف السيناريوهات للاستجابة لهذه التحديات بشكل مناسب. ويجب أن يكون أحد أجزاء ذلك التحدي، المتابعة والفهم وربما تنظيم المسعى غير النزيه لاستغلال الذكاء الاصطناعي لتحقيق مكاسب تجارية خالصة.

الخاتمة

لقد قلنا إن المجتمع يفتقر في الوقت الراهن إلى علم متكامل لدراسة الوضع البشري، الذي يتضمن الدمج البيولوجي، والنفسي، والاجتماعي، والثقافي؛ وهكذا، فإن هناك حاجة إلى منظور جديد؛ من أجل فهم الذكاء البشري والأخلاق والسلوك، إلى جانب التنبؤ بكيفية تعزيزه؛ ليكون في خدمة مجتمع يتمتع بحياة كريمة ومستدامة. وكما هو

واضح في أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة، يجب أن تكـون أولويتنـا الدوليـة، هـي مكافحة الفقر وعدم المساواة عن طريق التقدم مقروناً بحماية البيئة.

إن القضـية الرئيسـية، والأزمة التي نواجهها، هي أن العلوم لم تعد قادرة عـلى إيجـاد حلول مستدامة، وذلك بسبب شـدة التركيـز عـلى التفاصـيل الاختزاليـة. ويؤكـد بيـان مشـروع الإنسان المتطور، حاجتنا إلى إيجاد نهج جديـد جـذري، يتضـمن في المقـام الأول تحليـل الظـروف المحيطـة بـالأفراد والمجتمعـات والثقافـات المسـتقرة، والمتغـيرة، وغـير المستقرة. وبناء على هذا التشخيص، يمكن تطوير تقنيات المراقبة والتشـخيص والتـدخل، بما فيها تقنيات التنبؤ بواسطة نظام الذكاء الاصطناعي "أوراكل"، والتعـاون بـين البشـر والذكاء الاصطناعي، واستخدامها لإعادة النظام البشـري - الأحيائي - الجيولـوجي إلى حالات الاستقرار. ويمكن تطوير مثل هذه الحلول وجعلها واقعاً فقط، عندما ترتكز على فهم عميق للوضع البشـري؛ وفقاً لمنهج متعـدد الاختصاصـات؛ ومـن الأهميـة بمكـان، معرفة إذا ما كان العقل البشـري قـد تـأقلم أو لا، ومعرفـة كيـف سـيتأقلم مـع ظـروف العصـر الحديث وتحدياته العديدة، بما في ذلك ظهور الذكاء الاصطناعي.

الفصل الرابع

الثورة الجينية وبزوغ فجر الطب الشخصي

سعيد جرادات

مقدمة

الطب الدقيق، أو الطب الشخصـي، هـو إحـدى الممارسـات الطبيـة الواعـدة لعـلاج الأمراض والوقاية منها، وهو يراعي الاختلافات الفردية بـين المرضـى مـن حيـث الجينـات والبيئة ونمط الحياة. ويتطرَّق هذا الفصل إلى الجوانب الثورية للطب الجينومي، من التشخيص الجزيئي إلى الطرق العلاجية الشخصـية التي تعتمد على الجينوم، والتقنيات العالية الوتيرة مثل الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي (next-generation sequencing)، والرقائق الدقيقة (microarray platforms)، كما يتناول أثـر تلـك التقنيـات في الطـب الـدقيق، أو الطـب الشخصـي، لجينوم السـرطان وأمراض الوراثة المندلية، مـع التركيـز بوجـه خـاص عـلى الأمراض المُعدية.

مشـروع الجينوم البشـري

وضع كلٌّ من جيمس واتسون وفرانسـيس كريك، في عام 1953، اللبنات الأولى لمجـال علم الأحياء الجزيئـي، أو مـا يُسـمى "البيولوجيـا الجزيئيـة" مـن خـلال اكتشـاف الصـورة الأساسـية للحمض النووي (DNA) في شكل حلزوني مزدوج تتحد فيه ذرة نيتروجين، عـلى أربع قواعد نيتروجينية، مع مجموعة فوسفات مرتبطة بالسكر الريبوزي المنقـوص الأكسـجين لتكوِّن النوكليوتيد. ويأخذ الحمض النووي شكلاً حلزونياً مزدوجاً حيث تتحـرك سلسـلتان

من عديد النوكليوتيد في اتجاهين معاكسين، وتلتحمان معاً بفعل الروابط الهيدروجينية بين قاعدتين: الأدنين (A) التي تلتحم دائماً مع ثايمين (T)، وجوانين (G) التي تلتحم دائماً مع سيتوزين (C)،[1] وتعمل سلسلة القواعد بعد ذلك على تشفير كل نمط وراثي في سلاسل متصلة لتكوين الجينات. وبعد أقل من خمسين سنة نشر اتحاد التعاون الدولي لدراسة تسلسل الجينوم (International Human Genome Sequencing Consortium) بالتعاون مع شركة سيليرا جينومكيس (Celera Genomics) أول مسودة مرجعية لتسلسل الجينوم في عام 2001، باتباع استراتيجيات التقطيع المتسلسل نسيلةً نسيلةً (clone-by-clone sequencing)، والتقطيع العشوائي الكلي (whole-genome shotgun).[2]

وفي ذلك الوقت ضم المشروع التعاوني لاتحاد التعاون الدولي لدراسة تسلسل الجينوم عشرين مركزاً متعاوناً في ستة بلدان مختلفة، وأُطلقت مبادرة على مدى 15 عاماً، بتمويل قدره 3 مليارات دولار من أجل تحقيق أهدافها، واستمرت جهود اتحاد التعاون الدولي الرامية إلى إنهاء المشروع، وتحديد تسلسل الجينوم البشري المتعلق بالكروماتين الحقيقي، وتحديد الاختلافات بين الأشخاص منذ نشر المسودة الأولى. ونتيجة لذلك؛ تقلَّصت الفجوات في تسلسل الجينوم، وتم تجميع 99٪ منه بمعدل خطأ يبلغ واحداً لكل 100 ألف قاعدة،[3] ووُزِّعت قواعد النوكليوتيد للحمض النووي DNA، التي يزيد عددها على ستة مليارات زوج قاعدي، والموجودة في كل خلية نوكليوتيد بالجسم، على الكروموسومات الاثنين والعشرين المزدوجة (221–)، وكروموسومات الجنسين (X وY). ويتكون كل كروموسوم من مجموعة من جزيئات الحمض النووي DNA المستمرة ذات الطاقين، بحيث يكون الكروموسوم الأول هو الأكبر (الأزواج القاعدية 248، 956، 422)، وكروموسوم Y هو الأصغر (الأزواج القاعدية 57، 227، 415). ويوجد 22219 جيناً غير مشفَّر من الحمض النووي الريبوزي (RNA) في الجينوم البشري، وتؤكد بيانات المعلوماتية الحيوية الأخرى أن العدد قد يكون أقل ليبلغ 19 ألف جين.[4]

أما الجين المشفَّر لصناعة البروتين؛ فيتكون من جزيء حمض نووي DNA مشفَّر لتسلسل الأحماض الأمينية بسلسلة عديد الببتيد مع تسلسلات متداخلة غير مشفَّرة من الحمض النووي DNA (تسلسل النترونات) تنتقل إلى الحمض النووي الريبوزي (RNA) الأوليِّ الأكبر في النواة، ثم تتم إزالتها (فصلها) لتكوين التسلسل المشفَّر للحمض النووي الريبوزي (RNA) النهائي. وتضيف الإكسونات المشفرة لجميع البروتينات التي يبلغ عددها 20576 ما نسبته 1.3٪ من حجم الجينوم، بينما تمثل تسلسلات DNA المتكررة، والعناصر الانتظامية، وتسلسل DNA الفريد، ما نسبته 48.7٪، و8.6٪، و41.4٪ على التوالي. وهناك 99.9٪ مطابقات متسلسلة بين كل جينومين يتم اختيارهما عشوائياً؛ ما يعني أن كل شخص يختلف عن الآخر بنحو من ثلاثة ملايين إلى خمسة ملايين صفة، وعادة ما تكون التباينات في صورة متغيرات أحادية النوكليوتيد (أشكال متعددة) موروثة من جينوم الأب أو الأم أو كليهما معاً، أما التباينات الأخرى في الجينوم؛ فتشمل الحذوفات والانقلابات والاختلافات الوراثية في نُسخ من عناصر مكرَّرة في موضع محدد.[5] وقد نشرت مجموعة اتحاد التعاون لدراسة الجينوم (Genome Reference Consortium group) النسخة التاسعة عشرة من تسلسل الجينوم البشري تحت عنوان {Genome Reference Consortium Human Build 37 (GRCh37)} في عام 2009، وبعد أربع سنوات أُعلنت نسخة أحدث من تسلسل الجينوم البشري تحت عنوان {Genome Reference Consortium Human Build 38 (GRCh38)}. وقد تم تجميع النسخة الأخيرة (GRCh38) لتسلسل الجينوم البشري من أشخاص عدة، وتم ترتيبها بطرق قياسية، وسجلت القراءات فيها ما يصل إلى 1000 نوكليوتيد ليكون الجينوم المرجعي الأدق للاستعمالات السريرية، وبلغ حجم الجينوم البشري في هذه النسخة الأخيرة (GRCh38) 3088269832 زوجاً قاعدياً (3.3 مليار زوج قاعدي)، وقد أكدت هذه النسخة تنوع الجينوم المرجعي بإضافة 261 موضعاً بديلاً جديداً عبر 178 منطقة، وكذلك 150 جيناً جديداً (www.ncbi.nlm.nih.gov/grc/human/data/accessed

(December 6, 2018. وقد جاء التحسين نتيجة لذلك؛ فعلى سبيل المثال، عند الترتيب التسلسلي لإجمالي 30 حمضاً نووياً (DNAs) لسرطان الثدي لجميع الإكسونات (مناطق حمض RNA الأصلية التي تشفر جزءاً من البروتين)، ومقارنتها بالنسختين GRCh 37 و38 GRCh ارتفع تشفير الجينوم إلى 95505476 (3.09٪) مقارنة بـ75231228 (2.43٪) للتسلسل بالنسخة GRCh 37. وإضافة إلى ذلك حُدِّدت متغيرات فردية للنوكليوتيد تتسم بأنها غير مماثلة، وأكثر ملاءمة من الناحية السريرية، وتم تمييز 131 حذفاً و3601 مضاعفة أيضاً، ومجمل هذه النتائج يؤكد أن احتمالات تسلسل الجينوم البشري وتغيراته في البروتينات قد تؤثر في الممارسات السريرية،[6] وقد حُددت أيضاً طفرات في 3616 اضطراباً جينياً فردياً ومميزة، وتكاد تعادل ما نسبته 50٪ من الأنماط الظاهرية المندلية المعلنة في الوقت الحاضر.[7] وعلاوةً على ذلك قد يصل العدد الإجمالي للأمراض المندلية إلى 15 ألفاً.[8] إن تحديد تسلسل الجينوم البشري، الذي تحقق من خلال تقنيات "الجيل الجديد" لتحديد التسلسل الوراثي، سيمكِّن العلماء من فك شيفرة الجينوم الكلي (WGS) وتفسير تسلسله بتكلفة معقولة، وفي غضون أيام معدودات، أو حتى اختيار ترتيب تسلسل جميع مناطق تشفير البروتينات (الإكسونات) التي يطلق عليها "تسلسل الإكسونات الكلي" (WES). وقد شهدت عملية اكتشاف الجينات الوراثية طفرة في السنوات الست الأخيرة؛ نتيجة لزيادة التوافر والتطورات الهائلة في تقنيات الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي العالية الوتيرة؛ ففي عام 2012 وحده تم التعرف إلى أكثر من 130 جيناً.[9]

الطب الشخصي في علاج السرطان

يتمثل الهدف من استخدام الطب الدقيق في علاج السرطان في إحداث طفرة في العلاج بالخروج عن الطرق التقليدية، التي تعتمد على موقع الأنسجة المصابة بالسرطان، إلى علاج أكثر دقة من خلال تخصيص الجينات المتحولة لدى مرضى السرطان، كلٌّ على

حدة، بغضِّ النظر عن موقع الورم، وقد نجحت الجهود السابقة، التي قامت بها مختبرات عالمية، في تحديد ما يزيد على أربعين جيناً مسؤولاً عن الإصابة بالسرطان مع طفرات محدَّدة قابلة للتطبيق لتستهدفها الأدوية، وعادة ما كانت تُعتمد مع أنواع السرطان الأخرى.[10] وقد حُددت هذه الجينات باستخدام الأساليب الجزيئية التقليدية قبل فترات طويلة من ابتكار أنظمة تحديد التسلسل الوراثي العالية الوتيرة (NGS) التي تضمنت الوراثيات الخلوية (cytogenetics)، وتفاعل البلمرة التسلسلي (PCR)، وتفاعل البلمرة التسلسلي المتنسخ العكسي (Reverse Transcriptase PCR)، والكيمياء النسيجية المناعية (immunohistochemistry)، وقياس التدفق الخلوي (flow cytometry)، والرقائق الدقيقة (microarrays)، وطريقة سانجر في تحديد التسلسل الوراثي (Sanger sequencing).[11]

ويعدُّ ابيضاض الدم النقوي المزمن Chronic Myelogenous Leukemia (CML)، الذي يحدث نتيجة للإزفاء المتوازن المكتسب بين الكروموسوم التاسع والكروموسوم الثاني والعشرين، الذي يسمى "كروموسوم فيلادلفيا" [t (9;22)(q34;q11)] من أبرز الأمثلة على العلاج الجيني للسرطان؛ فقد نتج عن الإزفاء جين BCR-ABL، وهو عبارة عن بروتين اندماجي يحافظ على موقع تيروزين كيناز النشط في بروتين ABL. وقد أدى فهم آلية عمل البروتين الاندماجي في سرطان التكاثر النقوي (myeloproliferative hematopoietic) إلى تطوير جزيئات صغيرة مثبِّطة لإنزيم كيناز (Imatinib)، الذي يستخدم بنجاح في علاج ابيضاض الدم النقوي المزمن لتثبيط فسفتة BCR-ABL، ومن ثَمَّ قتل الخلايا السرطانية.[12] وقد اعتمدت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، في عام 2001، استخدام هذا العلاج (Imatinib) في علاج المرض المذكور، ويُعَدُّ إحلال النوكليوتيد الأحادي الذي يتسبب في الطفرة المغلظة (تحول ثيرونين إلى إيزولوسين عند الرامزة 315) في بروتين ABL لناتج BCR-ABL الاندماجي، سبباً شائعاً لمقاومة علاج (Imatinib) في ابيضاض الدم النقوي المزمن.[13]

وقد صادقت هيئة الغذاء والدواء الأمريكية على استخدام الدواءين سيتوكسيماب (cetuximab) وبانيتوموماب (panitumumab)، اللذين يعتمدان على الأجسام المضادة الوحيدة النسيلة في عامي 2004 و2006 على التوالي؛ ليستهدفا مستقبلات عامل النمو البشروي (EGFR) لعلاج المرضى المصابين بالسرطان النقيلي في القولون والمستقيم، وسرطان الرئة المتقدم ذي الخلايا غير الصغيرة.[14] وقد حقق الدواءان نتائج استثنائية في علاج السرطان، تجسدت في زيادة معدل نجاة المرضى، وتحسُّن نوعية حياتهم؛[15] إذ تتنافس الأجسام المضادة الوحيدة النسيلة مع اللجين المرتبط بالحيِّز الخارج الخلوي لمستقبلات عامل النمو البشروي (EGFR)، ومن ثَمَّ تعمل على تثبيط إشارات الفسفتة التلقائية للمستقبلات عن طريق منع تكون ثنائية الوحدات بالمستقبلات. وفي مسارات إشارة الفسفتة التلقائية، التي تتبعها عمليات لمستوى أدنى، يتحكم بروتين كيناز المحدث للانقسام الفتيلي في تكاثر الخلايا السرطانية وبقائها،[16] وترتبط الطفرة التي تحدث بالرامزة الثانية عشرة أو الثالثة عشرة من الجين الورمي *KRAS*، الذي يوجد في نحو 15٪ أو 30٪، ومن 40٪ إلى 45٪، من المرضى المصابين بسرطان الرئة وسرطان القولون، بمقاومة العلاج بالأجسام المضادة الوحيدة النسيلة لمستقبلات عامل النمو البشروي (EGFR)، ويوصى حالياً بضرورة الخضوع لفحص جين KRAS قبل بدء العلاجات التي تستهدف مستقبلات عامل النمو البشروي (EGFR)؛ لأنه يُعَدُّ وسيلة لتوقع مدى فاعلية الأجسام المضادة الوحيدة النسيلة في علاج السرطان.[17]

ويحدث التضخيم الجيني لمستقبلات عامل النمو البشروي البشري 2 (HER2) في نحو من 20٪ إلى 25٪ من جميع حالات سرطان الثدي،[18] ويؤدي فرط التعبير الجيني في HER2، الذي يعمل على تشفير مستقبلات بروتين تيروزين كيناز، إلى عدم تناظم مسارات الإشارة في الخلايا الظهارية للثدي، ودائماً ما يرتبط التضخيم الجيني لهذه المستقبلات (HER2) بضعف التشخيص وشدة المرض، التي تنعكس في الانتشار السريع للخلايا السرطانية، والقدرة الغزوانية، والتنظيم المقلل للمسارات الميتة، وقد ثبتت فاعلية

دواء تراستوزوماب (trastuzumab)، وهو عبارة عن أجسام مضادة وحيدة النسيلة تستهدف مستقبلات (HER2) بوجه عام، في إنقاذ حياة المرضى.[19]

ولوحظت طفرة في جين *BRAF* في أكثر من 50٪ من حالات الورم الميلاني الخبيث (cutaneous melanomas)، و*BRAF* هو سيرين ثريونين كيناز هيولي، ويقوم بدور مركزي في مسار إشارات بروتين كيناز المحدث للانقسام الفتيلي (MAPK)،[20] ويُعَدُّ إحلال حمض الجلوتاميك محل الفالين بالحمض الأميني 600 بجين BRAF ($BRAF^{V600}$) طفرة متكررة في ذلك الجين تؤدي إلى تنشيط بنيوي في مسار (MAPK). ودواء فيمورافينيب (Vemurafenib) هو مثبِّط لبروتين كيناز طُور خصيصاً ليعالج الطفرة $BRAF^{V600}$. وأظهرت الدراسات السريرية لمرضى الميلانوما (الورم الميلاني) الذين خضعوا للعلاج بهذا الدواء أنه ساعد على إطالة عمر 84٪ من المرضى لمدة ستة أشهر، مقارنة بنسبة 64٪ لمرضى الميلانوما الذين خضعوا للعلاج الكيميائي التقليدي بعقار داكاربازين (dacarbazine)، وكانت معدلات الاستجابة 48٪ للعلاج بدواء فيمورافينيب، و5٪ لدواء داكاربازين.[21] وتشجع النتائج التي أثبتت فاعلية العلاج بدواء فيمورافينيب مع مرضى الميلانوما الذين يعانون من الطفرة بجين ($BRAF^{V600}$) على تحديد التسلسل الوراثي للطفرة ($BRAF^{V600}$) في أنواع السرطان الأخرى، حيث تكون نسبة حدوث هذه الطفرات أقل من 5٪ بجميع أنواع السرطان الأخرى خلاف الميلانوما. والمثير للدهشة أن فاعلية دواء فيمورافينيب قد ثبتت في علاج سرطان الرئة ذي الخلايا غير الصغيرة، ولكن لم تكن له أي فاعلية في علاج مرضى سرطان القولون.[22]

وقد حدثت طفرة فقدان الوظيفة في اثنين من الجينات ذات الاستعداد العالي للنفاذ الوراثي، وهما *BRCA1* و*BRCA2* في 5٪ من السيدات المصابات بسرطانَي الثدي والمبيض،[23] وتعمل بروتينات هذين الجينين على إصلاح الحمض النووي (DNA) ذي الطاقَين من خلال التأشيب المتماثل، ومن ثم تعزيز الحفاظ على كمال الجينوم،[24] ومن أنظمة إصلاح DNA الأخرى في الخلية إنزيمات بوليمراز (PARP) المتعدد (ريبوز

أدينوسين الثنائي الفوسفات) التي تعمل على إصلاح التكسرات بالحمض النووي ذي الطاقين،[25] وقد أدى فقدان الوظيفة بإنزيم PARP من خلال استخدام مثبِّط أولاباريب (Olaparib) في الخلايا السرطانية المتماثلة الجينات الطافرة BRCA1 أو BRCA2 إلى تراكم تكسرات DNA ذات الطاق الواحد، في خلايا BRCA1 وBRCA2 المعوزة؛ ما يؤدي إلى عدم استقرار الجينوم، وموت الخلايا السرطانية. وقد خضع مثبط أولاباريب للاختبار في السيدات المصابات بحالات متقدمة من سرطان الثدي، وكانت تأثيراته تعتمد على الجرعة، وقد طال عمر ست وعشرين مريضة من بين سبع وعشرين مريضة حصلن على جرعة 400 ملجم من أولاباريب، وإحدى وعشرين مريضة فقط من بين السبع والعشرين مريضة اللاتي حصلن على 100 ملجم من الدواء، من دون أن يصاحب ذلك أعراض انتكاس. وبلغ المعدل الإجمالي للتحسن السريري 52٪ للمجموعة التي حصلت على جرعة 400 ملجم، و26٪ للمجموعة التي حصلت على جرعة 100 ملجم.[26] والمثير للاهتمام أن ثمَّة دلالات إيجابية على استخدام هذا الدواء في علاج مرضى سرطان المبيض مع طفرات بجين *BRCA1* أو *BRCA2*.[27]

الطب الشخصي في علاج الاضطرابات الأحادية الجين

تحدث الأمراض المندلية، التي تسمى الأمراض الأحادية الجين أيضاً، نتيجة طفرة في جين واحد، مثل حمى البحر المتوسط العائلية، وفقر الدم المنجلي، والثلاسيميا، والهيموفيليا، والتليف الكيسي، ويمكن أن تكون الأنماط الوراثية للأمراض الأحادية الجين صبغية جسدية متنحِّية (حيث تحدث طفرة بكلا الألائل على أحد الكروموسومات الصبغية الجسدية)، أو صبغية جسدية سائدة (أليل واحد على أحد الكروموسومات الصبغية الجسدية)، أو مرتبطة بالكروموسوم X (طفرة بأليل واحد على الكروموسوم X). وبرغم ندرة حالات الاضطرابات الأحادية الجين على المستوى الفردي، فإنها تصيب على المستوى الجماعي ملايين الأشخاص في العالم. وإضافة إلى التأثيرات السريرية في مرضى الأمراض المندلية؛ فإن هذه الأمراض تلقي أعباءً ثقيلة على نظام التأمين الصحي، وقد

يساعد التشخيص المبكر للمرض من خلال فحص حديثي الولادة، أو التشخيص الجزيئي، على التعامل على نحوٍ أفضل مع بعض الأمراض الأحادية الجين. وسأقدم في الفقرات التالية أمثلة لبعض العلاجات الفاعلة، حسب تشخيص الطفرة الجينية.[28]

التليُّف الكيسي هو اضطراب صبغي جسدي متنحٍّ يصيب أكثر من 70 ألف شخص في العالم، ويُعَدُّ أحد الاضطرابات المندلية الأكثر شيوعاً لدى ذوي الأصول الأوروبية، وكذلك في المجتمعات العربية؛[29] إذ تتسبب الإفرازات اللزجة في مجرى الهواء بالرئتين والبنكرياس في ارتفاع معدلات الوفاة بين مرضى التليف الكيسي،[30] الذي يحدث نتيجة لطفرة في جين *CFTR*، حيث تتسبَّب الطفرة في تشفير بروتين CFTR الذي يعمل ناقلاً لأيون الكلوريد، ويناظم من خلال عملية الفسفتة المعتمدة على أحادي فوسفات الأدينوسين الحلقي (c-AMP).[31] وقد ساعد استجلاء أساس فقدان الوظيفة بجين CFTR عن طريق التشخيص الجزيئي، وتذييل الطفرات التي تتسبب في التليف الكيسي، على تسهيل العلاج الشخصي للمرض بناءً على نوع الطفرة، وقد حدد البحث عن جزيئات صغيرة ذات قدرة على زيادة نشاط قناة الكلوريد في مرضى التليف الكيسي مركبين قد يصححان بشكل جزئي طفرتين بجين *CFTR*؛[32] الأولى مركب إيفاكافتور (ivacaftor)، في خطوط خلايا مجرى الهواء الرئيسية مع طفرة G551D في بروتين CFTR، بزيادة الناقل الكلوريدي حتى 50٪ من مستوى النمط البري. وقد أظهرت التجارب السريرية اللاحقة تحسناً ملحوظاً في وظائف الرئة لدى مرضى التليف الكيسي ذوي طفرة G551D. والأهم أن المركب نفسه قد يسهم في علاج الكثير من الطفرات في جين CFTR في حالات فقدان الوظيفة المماثلة للبروتين.[33] أما المركب الثاني الذي ابتُكِر لعلاج المرضى بحالات طفرة معينة في بروتين CFTR، وتحديداً طفرة F508del،[34] فهو مركب لوماكافتور (Lumacaftor). وقد كشفت دراسات سريرية لاحقة عن أن الجمع بين لوماكافتور وإيفاكافتور يحدث تأثيراً تآزرياً في الوظائف لدى مرضى التليف الكيسي المصابين بطفرات *F508del* متكررة.[35]

ومتلازمة QT الطويلة من النوع 3 (LQTS3) هي فقدان وظيفة صبغي جسدي سائد ينشأ نتيجة لطفرات في جين *SCN5A*، المسؤول عن تشفير قناة أيون الصوديوم بالقلب NaV1.5، والتأثير النفسي لطفرات اكتساب الوظيفة في جين *SCN5A* يتمثل في زيادة النقل الداخلي للصوديوم مسبباً استطالة الموجة، ويزيد خطر الموت المفاجئ نتيجة عدم انتظام ضربات القلب البطيني. والجدير بالذكر أن مرضى هذه المتلازمة لا يستجيبون للعلاج بأدوية مثبطات البيتا (beta-blockers)، والأهم أن نوبات عدم انتظام ضربات القلب لدى المرضى تحدث في الدرجة الأولى في أوقات الراحة،[36] وقد عُولج أربعة وثلاثون مريضاً مصاباً بهذه المتلازمة مع طفرات كثيرة في جين *SCN5A* باستخدام دواء ميكسيليتين (Mexiletine) المثبِّط لقناة الصوديوم ذات التبويب المتعلق بالجهد، وقد قلل هذا الدواء من فترة المتلازمة (الوقت الكلي بدءاً من زوال الاستقطاب البطيني حتى اكتمال عودة الاستقطاب) في ظل هذه النوبة العالية المخاطرة، كما حدث انخفاض كبير في نسبة المرضى الذين يتعرضون لعدم انتظام ضربات القلب. لذلك؛ فإن التشخيص التفاضلي لنوع متلازمة QT الطويلة ضروري في العلاج الجيني؛ إذ يستجيب المرضى المصابون بأنواع أخرى من هذه المتلازمة، مثل النوع الأول، للعلاج بمثبطات البيتا. [37]

وتظهر الأعراض السريرية للإصابة بمرض السكري عند حديثي الولادة قبل أن يكمل الرضيع ستة أشهر من العمر، وقد ظهرت طفرة في جين KCNJ11، أو في جين ABCC8، اللذين يعملان على تشفير قناة البوتاسيوم لدى 50٪ من المرضى المصابين بهذا المرض، وقد ينشأ هذا المرض نتيجة لطفرة في جين الأنسولين أيضاً.[38] ويساعد التشخيص الجزيئي لمرض السكري عند حديثي الولادة على تحديد العلاج المناسب؛ فيوصى بعلاج المرضى الذين لديهم طفرة في جين KCNJ11 أو جين ABCC8 بجرعة مكثفة من دواء سولفونيلوريا (sulfonylurea)، الذي ثبتت فاعليته في التحكم بمستويات الجلوكوز والوقاية من تأخر النمو الحاد لدى الأطفال، بينما يحتاج المرضى، الذين يعانون من طفرة بالأنسولين، إلى العلاج بالأنسولين.[39] وبالمثل كان التشخيص الجزيئي لمرض السكري للبالغين، الذي يصيب الشباب (MODY)، والذي تظهر

أعراضه قبل بلوغ المريض 25 عاماً، ضـروريـاً في تحديد العلاج المناسب لهؤلاء المرضـى.[40] وحتى الآن تأكد وجود طفرات في ثمانية جينات على الأقل لدى المرضـــى المصـابين بهـذا المرض، من بينها جينات GCK، وHNF1A، وHNF4A، وHNF1B.[41] ويُوصـى بإعطاء جرعة قليلـة مـن دواء سـولفونيلوريا لعـلاج المرضـــى الـذين لـديهم طفـرات في جينَـي HNF1A، وHNF4A، بينما يوصـى بشدَّة بضـــرورة استخدام العـلاج بالأنسـولين مـع المرضـى الذين لديهم طفرة في جين HNF1B.[42] وفيما يخص الشـكل المتطـور مـن مـرض السكري من النوع الثاني هناك دلالات متزايدة على أن المتغـيرات الجينيـة في الجينـوم هـي عوامل تزيد من الاستعداد السابق للإصابة بالمرض، ويمكن من خلالها تفســير مـن 10٪ إلى 20٪ من مخاطر إصابة الأشخاص الحاملين لمتغيرات DNA هذه بمرض السـكري مـن النوع الثاني.

وتبين من خلال استخدام تقنية الرقائق العالية الدقة في الدراسات المتعلقـة بـالجينوم أن أكثر من 100 أصل جيني ترتبط بداء السكري من النوع الثاني.[43] وقد اكتُشِـف مـؤخراً أن ذوي الأصول المكسـيكية عُرضة لمخاطر حدوث طفرات في جين SLC16A11، الذي يقوم بتشفير ناقل المذاب (monocarboxylate transporter) الذي ثبتت علاقته بارتفـاع مخاطر الإصابة بداء السكري من النوع الثاني في أمريكا اللاتينية.[44] وقـد ظهـرت أعـراض نقص بروتين SLC16A11 في الكبد، وكذا انخفاض تمركز سطح الخلية لدى الأشـخاص الحاملين لأنواع معينة من المتغيرات المفـردة للأشـكال المتعـددة للنوكليوتيـد (SNPs) في جين SLC16A11؛ ما يؤدي إلى خلل في التفاعل مع البروتـين السـكري لسـطح الخليـة، باسـيجين (Basigin). ولذلك؛ فإن فهم آلية عمل الأصل الجديد، الذي تم تحديد علاقته بداء السكري من النوع الثاني، قد يسهم في تطوير الطب الدقيق الـذي يهـدف إلى تحســين تمركز سطح خلية SLC16A11.[45]

ولا يزال مرض الشـريان التاجي سبباً رئيسـياً للكثير من حالات الوفاة الناجمـة عـن المرض،[46] وقد أكدت التطورات الحديثة في مجال تحديد الجينات الجديدة المرتبطة بـالمرض،

وتخطيطها، أنه ينتقل بالوراثة (بنسبة من 40٪ إلى 50٪)، وأتاحت تلك التطورات إمكانية الفحص الجيني للأشخاص المهددين بالإصابة؛ حتى يتسنى اتخاذ إجراءات وقائية بشأنهم، أو إعطاؤهم العلاج؛ الأمر الذي قد يقلل من معدلات الوفاة به.[47]

وقد كان أول الجينات التي استُنسِخت وارتبطت بارتفاع مخاطر الإصابة بمرض فرط كوليسترول الدم العائلي جين LDLR؛[48] فالطفرة التي تحدث في هذا الجين تمنع امتصاص الكبد البروتين الدهني المنخفض الكثافة (LDL)، وتتسبب في زيادة الكوليسترول في الجسم، ومن ثَمَّ تحدث الإصابة المبكرة بمرض الشريان التاجي. وقد اكتشف بعد ذلك طفرة في جين APOB لدى مرضى فرط كوليسترول الدم العائلي؛[49] إذ تمنع هذه الطفرة التحام جسيمات البروتين الدهني المنخفض الكثافة مع جين LDLR من أجل امتصاصها؛ ولذا يوصف العلاج الشخصي الذي يتضمن أدوية ستاتين (statins) وإزيتيميب (ezetimibe) للمرضى الذين يعانون من طفرات في جينات LDLR وAPOB.[50]

لقد حدَّدت الدراسات العالية الوتيرة مئات من الأصول الجينية المعروفة والجديدة لدى مجموعات كبيرة من الأشخاص ترتبط بالتركيبات الدهنية الهيولية، ومنها إشارات في كلٍّ من جيني PCSK9 وANGPTL3.[51] وللعلم؛ فقد حُدِّدت طفرتان لفقدان الوظيفة في جين PCSK9 لدى ذوي الأصول الإفريقية ترتبطان بكلٍّ من كوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة، وانخفاض مخاطر الإصابة بمرض الشريان التاجي. وفي المقابل فقد سبق تحديد طفرات تتسبب في اكتساب وظائف جديدة ارتبطت بمرض فرط كوليسترول الدم.[52] وبالمثل ارتبطت طفرات فقدان الوظيفة بالزيجوت المتماثل الألائل، أو الزيجوت المركب المتماثل الألائل في جين ANGPTL 3 بفرط شحميات الدم، وانخفاض مستويات الدهون الثلاثية وكوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة في البلازما البشرية،[53] وقد أكدت طفرات فقدان الوظيفة في جينَي PCSK9 وANGPTL3 أن المثبطات العلاجية لوظائف تلك الجينات تقلل من مخاطر الإصابة بمرض الشريان التاجي.

ويعمل جين PCSK9 على تشفير طليعة البروتين كونفيرتاز/ كيكسن سبتيليزين نوع 9 (proprotein convertase subtilisin/kexin type nine protein)، ويلتحم هذا الجين بمستقبل البروتين الدهني المنخفض الكثافة، ومن ثَمَّ يتراكم المزيد منه في الدم؛ ما يتسبب في مرض الشريان التاجي.[54] ولقد طُورت أجسام مضادة علاجية وحيدة النسيلة (أليروكوماب alirocumab، وإيفولوكوماب evolocumab) تستهدف بروتين PCSK9، وتصارع هذه الأجسام المضادة مصفوفة مستقبلات البروتين الدهني المنخفض الكثافة بجين PCSK9، وتعمل على تقليلها من خلال الالتحام ببروتين PCSK9؛ ما يؤدي إلى زيادة مستقبلات البروتين الدهني المنخفض الكثافة على سطح الخلية، وينتج عن ذلك انخفاض كوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة في البلازما بنحو من 40٪ إلى 60٪. وقد اعتُمد الدواءان أليروكوماب وإيفولوكوماب في علاج المرضى الذين تزيد لديهم مخاطر الإصابة بمرض تصلُّب الشرايين القلبي الوعائي.[55] وعلاوةً على ذلك أجريت تجارب سريرية تقوم على استهداف جين PCSK9، وخلال المرحلة الأولى من التجارب اتُّبعت طريقة علاجية تعتمد على تداخل الحمض النووي الريبوزي الطويل المفعول (RNAi) على متطوعين أصحاء؛ وتسبب ذلك في تناقص الحمض النووي الريبوزي الرسول (m-RNA) لجين PCSK9، وتخفيض مستوى بروتين PCSK9، بمعدل يصل إلى 83.8٪. ونتيجة لانخفاض مستوى بروتين PCSK9، تراجع مستوى كوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة بمعدل يصل إلى 59.7٪ لمدة ستة أشهر على الأقل. وإضافةً إلى ذلك لم يسجل خلال هذه التجربة السريرية أي آثار جانبية خطرة في المتطوعين من البشر.[56] وبالمثل أدى العلاج بالتعديل الجيني، الذي استخدم الحقن مرة واحدة للناقل الفيروسي للحُمة الغُدِّية الذي يحوي مجموعة من إنزيمات Cas9 و Pcsk9 RNA التي تستهدف حمض RNA الموجه إلى متواليات CRISPR في كبد فأر التجارب، إلى انخفاض كلٍّ من مستويات بلازما الكوليسترول وPCSK9، إلى جانب ارتفاع مستويات مستقبلات البروتين الدهني المنخفض الكثافة في الكبد، خلال أربعة أيام من حقن الفيروس.[57]

وشجع نجاح PCSK9 على إجراء المزيد من التجارب السريرية التي تستهدف جينات أخرى باستخدام آلية ودور واضحَين فيما يتعلق بمرض الشريان التاجي، مثل بروتين ANGPTL3 المشفر في صورة عضو بعائلة من البروتينات المختارة. وقد اختبِرت العلاجات الجزيئية ضد ANGPTL3 وناتجها البروتيني في تقريرين. في التقرير الأول أدى التناظم السفلي لتعبير mRNA في كلٍّ من بروتين ANGPTL3 عند البشر، وAngptl3 لدى الفئران باستعمال متعدد نوكليوتيدات معاكس (antisense oligonucleotides)، إلى انخفاضات كبيرة في مستويات الدهون الثلاثية وكوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة.[58] وعند حقن المتطوعين من البشر تحت الجلد بمتعدِّد نوكليوتيدات معاكس، انخفضت مستويات الدهون الثلاثية، وكوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة، وكوليسترول البروتين الدهني المرتفع الكثافة بمعدلات 50٪، و30٪، و27٪ على التوالي في اليوم الثالث والأربعين، مقارنة بالمستويات الأساسية قبل بدء العلاج. وفي التقرير الثاني اختُبر دواء إيفيناكوماب، الذي يعتمد على الأجسام المضادة الوحيدة النسيلة، والذي طُوِّر لتثبيط وظيفة بروتين ANGPTL3، على متطوعين من البشر كان لديهم مستويات مرتفعة من الدهون الثلاثية، أو كوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة نتيجة للصيام. وكما هي الحال مع طريقة استخدام متعدد النوكليوتيدات المعاكس، وفي الطريقة المعتمدة على الجرعات المختلفة، قلت مستويات الدهون الثلاثية، وكوليسترول البروتين الدهني المنخفض الكثافة، وكوليسترول البروتين الدهني المرتفع الكثافة مقارنة بالمشاركين الذين حصلوا على دواء وهمي.[59] والمثير للاهتمام أنه في الدراسات التي شملت عائلات كبيرة اكتشف أيضاً أن الأشخاص الذين لديهم طفرة فقدان وظيفة في ANGPTL3 تراجعت لديهم مخاطر الإصابة بمرض الشريان التاجي بنسبة 34٪.[60] وإجمالاً، فيما يخص الطفرات في ثلاثة جينات أحادية، وهي LDLR وAPOB وPCSK9، فإن كل واحد من بين 211 يعطي مخاطر أكبر أربع مرات من فرط كوليسترول الدم، ولربما تُكتشَف جينات جديدة في السنوات المقبلة.

تقنيات الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي

ظهرت في عام 2005 طريقة ممنهجة جديدة لتحديد تسلسل الحمض النووي DNA أحدثت نقلة نوعية في طرق التشخيص والبحث في قاعدة الجينوم، ويُطلق على التقنيات الجديدة لتحديد تسلسل الحمض النووي DNA إجمالاً اسم "الجيل الجديد" أو "التحديد المتوازي للتسلسل". وبوجه عام يُعَدُّ التحديد المتوازي للتسلسل الوراثي أول خروج عن قاعدة سانجر (Sanger) الشَّعرِية في تحديد تسلسل الحمض النووي DNA،[61] وتطرح الكثير من الشركات في الوقت الراهن تقنيات مختلفة من الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي، تتضمَّن الطريقتين المذكورتين، وتفتح الباب أمام استعمالات واعدة في علم الجينوم والوراثة.[62]

وتبدأ تقنية Illumina لتحديد التسلسل الوراثي (www.illumina.com) بإعداد المكتبة من جزيئات الحمض النووي المطلوب تحديد تسلسلها. ويبدأ إعداد المكتبة بالتكسير العشوائي للحمض النووي DNA، أو الحمض النووي المتمم (c-DNA)، مع إضافة محولات قصيرة لتسلسل الحمض النووي DNA إلى طرفي كل حمض نووي تم تكسيره بالربط، ويُتبع بالتضخيم النسيلي عن طريق تفاعل البلمرة التسلسلي (PCR) لجميع التكسيرات المربوطة بالمحولات، ثم يتم تحميل المكتبة المتكسرة بالخلية؛ حيث يتم ربط جزيئات الحمض النووي DNA ذات التسلسلات المتممة بسلسلة المحولات '5 و'3، وتهجَّن أجزاء الحمض النووي DNA بهذه الجزيئات، ومن خلال تضخيم جسر الحالة الصلبة النسيلي تتولد آلاف إلى ملايين من المجموعات. وبناءً على ذلك، يتم ترتيب كل المجموعات التي تولدت تسلسلياً وبالتوازي حسب تركيبها، وباستخدام النوكليوتيد الثلاثي الفوسفات المنقوص الأكسجين المغلق بشكل عكسي المؤلق، الذي يسمح بتحديد التسلسل العالي الدقة تبعاً لكل قاعدةٍ على حدة، ومن ثم تقل معدلات الخطأ، ويمكن لهذه التقنية أن تنتج قراءات تسلسلية يتراوح حجمها ما بين 150 و300 زوج قاعدي، ويبلغ العدد الإجمالي للقراءات في كل دورة من أربعة عشر مليوناً إلى عشرة مليارات، بناءً على النموذج المستخدم. وعند استخدام تقنية تحديد التسلسل الوراثي يمكن تحديد تسلسل الجينوم البشري في يومٍ واحد مقابل نحو 1000 دولار بمعدل تغطية يصل إلى 30 ضعفاً.[63]

والتقنية الثانية ابتكرتها شـركة أكسفورد نانوبور تكنولـوجيز (Oxford Nanopore Technologies)، (nanoporetech.com)، وهي تقنية MinION، التي يطلق عليها أحياناً "الجيل الثالث لتحديد تسلسل الحمض النووي"، والتي تبدأ ببنية رئيسـية، وأخرى تشـبه دبوس الشعر للحمض النووي DNA، وترتبط بكل من الأجزاء التي يتراوح حجمها مـا بين 8 و10 كيلوبايت من جزيئات الحمض النووي التي سـيتم تحديد تسلسـلها؛ إذ توجـه السلسلة الرئيسـية الحمض النووي DNA من خلال المسـم البروتينـي، وينتقـل الحمـض النووي من خلال بروتينات حركية ثانوية، ويحدث حصار الجهد الذي يُغير التدفق الحـالي الذي يعد سمة من سمات تسلسل الحمض النووي DNA، الذي يمر عبر المسم الموجود في الغشاء، وتحتوي خلية تدفق آلية MinION حالياً على 512 قناة فردية ذات قدرة على تحديد التسلسل بمعدل يزيد على سبعين زوجاً قاعدياً في الثانيـة. وMinION هـي آليـة صـغيرة سهلة الحمل تتيح إمكانية التحليل الفوري، وتنتج قراءات طويلة، غير أن معدل الخطأ مـا زال مرتفعاً في التسلسلات التي تنتجها هذه التقنية.

الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي في الطب الشخصي

تبشـر الطرق العلاجية، التي تعتمد عـلى تقنيـات الجيـل الجديـد لتحديـد التسلسـل الوراثي، بمستقبل واعد في مجال تشخيص الاضطرابات الجينية غير المتجانسة مـن خـلال التعـرف إلى جينـات جديـدة لهـا دور في الأنـماط الظاهريـة الوراثيـة، والأهـم أن آليـات التشخيص الفوري المعقولة التكلفة قد تحدث ثورة في الإدارة الطبية، وتحدث طفـرة قابلـة للتنفيذ في الطب الشخصـي. ومن خلال تحديد التسلسل الواسع النطـاق قـد يكـون مـن الضـروري تحديد تسلسل الجينوم الكلي، أو استخدام مجموعات جينية مختارة باتباع طريقة الإثراء المستهدف، وتحديد تسلسل الإكسوم الكلي لجميـع أجـزاء تشـفير الجينـات البـالغ عددها 20576.

وعلى سبيل المثال نجحت عملية التقاط منطقة جينومية وإثرائها متضـمِّنة إكسـونات التشفير، والمناطق غير المترجمة 5-′3/-′، ومناطق متغيرات الإنترون، لإجمالي عدد 214 جيناً

معلوماً تأثيره في إحداث طفرات مرضـية تتسبب في اضطرابات وراثية بشـبكية العـين، في تحديد الطفرة بأحد هذه الجينات بمعدل 51٪ في 192 مريضاً جرى فحصهم.[64] وفي دراسة تحديد تسلسل الإكسوم الكلي، التي نفذت على عينات حمض نووي DNA لأربعة وأربعين طفلاً مصاباً باضطراب تشوه الجسم، ممَّن تتراوح أعمارهم بين عامين وثمانية عشــر عامــاً، كان لديهم أسباب غير معروفة لحالة جينية، استخدم التشخيص الجزيئي مع أكثر من 50٪ من الأطفال، واكتشفت طفرات جديدة غير متجانسة لدى أربعة عشـر مريضاً. وتم تغيير الإدارة السـريرية مع ستة أطفال بناءً على الحالات الجديدة التي شُخِّصت.[65]

وفي دراسة أخرى اتُّبعت طريقة تحديد تسلسل الإكسوم الكـلي باسـتخدام الحمـض النـووي DNA لرضــيع (مسـتلِفت)، أو طريقـة تسلسـل الإكسـوم الثلاثـي (الرضــيع والأبوين) مع 278 رضـيعاً لا تربطهم قرابة، وتم إدخالهم وحدات العنايـة المكثفـة، وقـد شملت مجموعات تسلسل الإكسوم جميع المناطق الإكسونية لكل الجينات النووية، إضـافة إلى أزواج قاعدية عدة عند حدود منـاطق التشـفير. وقـد اكتشـفت طفـرة جينيـة في 102 رضـيع، وتم تحديد نمط الوراثة؛ ففي تسع وأربعين حالة، كانت الأنماط الوراثيـة بشـكلٍ رئيســي صبغية جسدية سائدة، بينما كانت صبغية جسدية متنحية في بعض الحالات. والمثير للاهتمام أن الإدارة القابلة للتنفيذ والعلاج تـم تنفيـذهما بعـد التشـخيص الجينـي لـبعض المرضـى. فقد عُولج مريض لديه طفرة زيجوت متغايرة الألائـل مركبـة مـن c.834G>A وc.1279G>C في ALDH7A1 ترتبط بالصــرع المعتمـد عـلى البيرودوكســين، بجرعـة عالية من مكمل بيرودوكسـين، وظهر تحسن كبير في الحالة، وتوقفت نوبات الصـرع. وفي حالة مريض آخر، اكتُشفت طفرة انزياح الإطار (c.1032_103 3del) في جين ATP7A، التي تسببت في إصابته بمرض مينكـيس لـنقص النحـاس (Menkes copper)، وعُـولج المريض بحقن كوبر هيستيدين (copper-histidine).[66]

وإضافة إلى جينات السـرطان، التي صادق المجلس التنظيمي في هيئة الغذاء والدواء الأمريكية على استخدامها في الفحص الجزيئي، والتـي يزيـد عـددها عـلى أربعـين جينـاً، استغل باحثون القائمة المتنامية لجينات السـرطنة وكابحات نمو الورم، وجينـات إصـلاح

الحمض النووي، والاندماجات الجينية الظاهرة في مرضى السرطان، لبناء لوحة جينات خاصة يمكن استخدامها في تقنيات الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي.[67] وقد استخدمت في الآونة الأخيرة لوحة جينات بتقنيات الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي تتضمن كل طفرات التشفير والمناطق الجينومية مع تغييرات متكررة، أو ترتيبات بنيوية جديدة، إضافة إلى طفرات معزِّزة لأكثر من 300 جين، استخدِمت في تحديد التسلسل الوراثي لـ10336 شخصاً من خلال اثنين وستين نوعاً رئيسياً من الأورام النقيلية، وعينات دم متطرفة وعادية ومطابقة،[68] وكان جين *TP53* أكثر جين متحول، واكتُشف فيما يزيد على 10٪ من الحالات في ثلاثة وأربعين من بين اثنين وستين نوعاً رئيسياً من الأورام النقيلية التي تمت دراستها. كما ظهرت طفرات بروتينية أخرى متكررة التحول، ومعروفة في معدلات أعلى من العينات، ومن بينها طفرات في جينات *KRAS* و*PIK3CA* و*BRAF*. وتجدر الإشارة إلى أن طفرة $BRAF^{V600}$ التي تعد وصمة جزيئية معتمَدة للعلاج المستهدف (انظر أعلاه) كانت موجودة في سبعة وسبعين مريضاً من مرضى الأورام الميلانية (ميلانوما)، وفي 211 مريضاً غير مصابين بالأورام الميلانية؛ ما أكد أن العلاج بدواء فيمورافينيب المثبط للكيناز قد يكون فاعلاً بالنسبة إليهم.[69] وعلاوةً على ذلك كان 3792 مريضاً من بين الـ10336 مريضاً، الذين تم فحصهم حاملين تغيراً واحداً على الأقل قابلاً للتنفيذ مع العلاج المستهدف المحتمل.

الصيدلة الجينومية في الطب الشخصي

علم الصيدلة الجينومية هو علم دراسة دور الجينوم في الاستجابة الدوائية والآثار الجانبية، ويمكنه أن يعزز الطب الشخصي على نحو أكثر فاعلية. ويوجد 127 جيناً فريداً، و223 زوجاً دوائياً، مدرجة في موقع اتحاد التنفيذ السريري للصيدلة الجينومية (Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium) (cpicpgx.org/genes-drugs/accessed December 6, 2018)، علماً بأن أكثر من 170 دواءً لـ223 جيناً قد وضعت عليها ملصقات لاستعمالات الصيدلة الجينومية من قبل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية، وتشمل تلك الملصقات "مطلوب الاختبار"، و"يوصى بإجراء

الاختبار"، و"صيدلة جينومية قابلة للتطبيق"، و"صيدلة جينومية إعلامية". ويشير ملصق "مطلوب الاختبار" إلى ضرورة اختبار المتغيرات الجينية كدلالة على فاعلية الدواء وسمِّيته، بينما تشير ملصقات "صيدلة جينومية قابلة للتطبيق" إلى معلومات حول تغييرات في الفاعلية، أو الجرعة، أو السمية؛ نتيجة للمتغيرات الجينية المدرَجة، ولكن من دون التطرق إلى اختبار هذه المتغيرات. ومن بين الجينات البشرية، التي يبلغ عددها 20576، يوجد نحو ستة عشر جيناً أحادياً، وجينات صيدلة جينومية قابلة للتطبيق من سلالة جرثومية عالية الاختراق، ومن أبرزها: TPMT وCYP2D6 وCYP2C19 وVKORC1 وCYP2C9 وDPYD وG6PD وUGT1A. وضمن هذه المجموعة من الجينات يبدو أن التغيرات الفردية المتعددة الأشكال للنوكليوتيد تؤثر في فاعلية الأدوية، ومن ثم يجب التفكير في خيارات أخرى (مثل تعديل جرعات الأدوية، أو استخدام أدوية بديلة). وقد تم ربط المتغيرات الجينية في كلٍّ من *UGTIA1* و*G6PD* بمتلازمة جيلبرت (Gilbert's syndrome) وفقر الدم الانحلالي (haemolytic anaemia).[70] وبسبب الاختلاف الجيني بين الأشخاص في جينات استقلاب الأدوية يتعاطى ملايين الناس حول العالم أدوية لن تنفعهم؛ بل قد يتعرضون لآثار جانبية خطرة. ولنضرب مثلاً بدواء دولوكسيتين (duloxetine) المضاد للاكتئاب، الذي يعمل مثبطاً لامتصاص السيروتونين ونورابينفرين؛ فهو لا ينفع سوى واحد من بين كل تسعة مرضى، في حين لا ينتفع سوى مريض واحد من بين كل خمسة وعشرين مريضاً من دواء إزومبرازول (esomeprazole)، وهو دواء يشيع وصفه في علاج حرقة المعدة،[71] وقد لوحظ الاختلاف في فاعلية الأدوية وآثارها الجانبية في الممارسات السريرية، مع معدلات فشل في الأدوية المستخدمة في علاج أمراض الربو والسكري والروماتيزم والسرطان بمعدلات 38٪، و43٪، و50٪، و75٪، على التوالي.

وخير مثال على الطب الشخصي، الذي يقوم على الصيدلة الجينومية، هو إنزيم ثيوبرين إس ميثيل ترانسفيراز (TPMT) الذي يعمل على تعطيل مفعول أدوية ميركابتوبورين (mercaptopurine)، وأزاثيوبورين (azathiopurine)، من خلال المثيلة (*S*-methylation)، وهي أدوية تستخدم على نطاق واسع في علاج ابيضاض الدم

اللمفاوي الحاد. وفي المرضى، الذين يعانون من ألائل إنزيم ثيوبرين إس ميثيل ترانسفيراز، المتحولة غير المتجانسة، تنشأ تركيزات مفرطة لنوكليوتيدات ثيوغوانين نشطة نتيجة لتراكم إنزيم هيبوكسانثين فوسفوريبوسيل ترانسيفراز في خلايا الدم.[72] والمرضى الذين يتم علاجهم بجرعة الدواء المعتادة الموصى بها، ويعانون من نقص إنزيم ثيوبرين إس ميثيل ترانسفيراز (TPMT)، تزيد مخاطر تعرُّضهم لتسمم الدم الذي يهدد حياتهم، وإن كان لا يزال من الممكن علاج هؤلاء المرضى عن طريق تقليل جرعة الدواء إلى ما بين 5٪ و10٪ من الجرعة المعتادة.[73] والأليل المرجعي من النمط البري لإنزيم TPMT هو *TPMT*1*. ويمكن إجراء اختبار جيني للألائل المتحولة مثل *TPMT*3A*و*TPMT*3B* و*TPMT*3C* التي يتوقع أن تكون متماثلة في 0.03٪ من مجموعها.

وللكثير من عائلات إنزيم سيتوكروم P450 تأثير كبير في الطب الشخصي، ومنها CYP2D6 وCYP2C19 وCYP2C9. وكان جين *CYP2D6* أول جين يُستنسخ بين السبعة والخمسين جيناً المشفَّرة لعائلة إنزيم سيتوكروم P450، التي تعمل على استقلاب الأدوية.[74] وينتقل نقص إنزيم CYP2D6 بالوراثة في صورة صبغية جسدية متنحية، وتتحدد الأشكال الجينية المتعددة في جين *CYP2D6* بين أعضاء العائلة المرتبطة باختلاف النمط الظاهري في الاستجابة لدواء ديبريسوكوين (debrisoquine) الخافض لضغط الدم.[75] ويوجد ما يزيد على ستين دواءً في قائمة الأدوية الجينية الصادرة عن هيئة الغذاء والدواء الأمريكية التي يمكن تعديل فاعليتها عن طريق الحرائك الدوائية –الديناميكا الدوائية– بفعل تأثير متغيرات *CYP2D6*، وتضم هذه القائمة مثبطات البيتا (بروبرانولول Propranolol)، ومضادات الاكتئاب (نورتريبتيلين Nortriptyline)، ومضادات اضطراب نبض القلب (بروبافينون Propafenone)، ومضادات الذهان (فلوكسيتين Fluoxetine)، والمسكنات الأفيونية (كودين Codeine). ويُعَدُّ جين *CYP2D6* واحداً من أكثر الجينات المتغيرة في الجينوم البشري؛ إذ سجل أكثر من سبعين طوراً له حتى الآن (pharmvar.org/gene/CYP2D6/accessed December 6, 2018). وتمثل ألائل *CYP2D6*1* و*CYP2D6*2* النمط الجيني الوظيفي المرجعي، علماً بأن الألائل المتحولة

تصنف بأنها إما عديمة الوظيفة (*CYP2D6*3)، وإما ذات وظيفة محدودة (*CYP2D6*10)، ولا يزال الكثير منها بلا نمط ظاهري وظيفي واضح.[76] وقد اكتشف أيضاً متغيرات مضاعفة وحذف جينية لجين *CYP2D6*، مع ما بين ثلاث وثلاث عشرة نسخة لدى الإثيوبيين.[77] ويحمل الأفراد الذين لديهم نمط استقلاب بطيء، ويمثلون 8.9٪ و10٪ من ذوي الأصول البريطانية والسويسرية، أليلين عديمَي الوظيفة، أو يكون أحدهما عديم الوظيفة، والآخر محذوفاً.[78] ولا يستطيع مَن لديهم نمط استقلاب بطيء تحويل الدواء المسكِّن للألم، كودين (codeine)، إلى مستقلب نشط، المورفين، وبالتالي لا يُسكَّن الألم.[79] أما النساء اللاتي لديهن نمط استقلاب جيني بطيء من *CYP2D6*؛ فقد ينتفعن بشكل أقل بدواء تاموكسيفين (tamoxifen)، مع العلم بأن CYP2D6 هو الإنزيم الرئيسي في تحويل تاموكسيفين إلى المستقلب إندوكسيين الذي يثبط التحام الأستروجين بمستقبل أستروجين في خلايا سرطان الثدي، ومن ثَمَّ يثبط نمو الخلايا المسرطنة وتطورها.[80] ويُعَدُّ إنزيم CYP2C19 أحد إنزيمات سيتوكروم P450 الأخرى المهمة ذات التأثير الواضح في الطب الشخصي؛ إذ إن إنزيم الكبد CYP2C19 هو إنزيم أساسي في عملية تحويل العقار غير النشط كلوبيدوجريل (clopidogrel) إلى 2 أكسو كلوبيدوجريل (oxo-clopidogrel2-)، وإلى المستقلب النشط النهائي (R-130964).[81] ومستقلب كلوبيدوجريل النشط هو دواء مضاد لتكدُّس الصفائح الدموية التي ترتبط وتثبط بشكل غير عكسي مستقبل الصفائح P2Y12، ويوصف دواء Clopidogrel على نطاق واسع لمرضى الأمراض القلبية الوعائية لمنع حالات تخثر الدم. وقد ثبتت علاقة النمط الجيني/ النمط الظاهري بطفرات *CYP2C19*، والاستجابة لدواء كلوبيدوجريل. و*CYP2C19*1* هو أليل مرجعي من النوع البري، في حين سُجل خمسة وثلاثون طوراً أخرى (accessed December 6, 2018 (pharmvar.org/gene/CYP2C19/. ويعد الأليل المعيب، *CYP2C19*2* (c.681G>A; rs4244285)، هو أكثر الألائل انتشاراً على مستوى العالم، ويحدث بمعدلات انتقال عالية بين الآسيويين (من 29٪ إلى 35٪)، و15٪ بين القوقازيين والأفارقة. ويمثل *CYP2C19*3* أليل فقدان وظيفة آخر شائعاً بين

الآسيويين مع معدل تكرار للأليل يتراوح بين 2٪ و9٪، وفيه تنشأ رامزة التوقف المبكر من استبدال G>A عند النوكليوتيد رقم 636 من الحمض النووي المتمم (c-DNA)، ومن ثم ينقطع البروتين. وبالمقارنة مع نتائج تشفير الجينات ينتقل إنزيم *CYP2C19* بالوراثة كصفة صبغية جسدية سائدة؛ إذ ينحصر تثبيط الصفائح الدموية في الزيجوت المتغاير الألائل (2*/1*: الأشخاص الذين لديهم نمط استقلاب متوسط) بين النوع البري (1*/1*: أشخاص لديهم نمط استقلاب سريع)، والزيجوت المتحول المتماثل الألائل (2*/2*: أشخاص لديهم نمط استقلاب بطيء).[82] ويحدد تمييز النمط الظاهري الإضافي أنماط الاستقلاب الفائقة السرعة، التي تتسم بتعدد أشكال c.-806C>T في المنطقة المعززة للجين، والتي تتسبب في زيادة نشاط إنزيم CYP2C19، وسُميت أليل 17*.[83] وفيما يتعلق بمرضى متلازمة الشريان التاجي الحادَّة، والتدخل التاجي عن طريق الجلد ممَّن لديهم أنماط استقلاب سريعة أو فائقة السرعة، فيمكن أن يتم علاجهم بدواء كلوبيدوجريل من دون أي خطورة. ولكن قد يحدث نزيف لدى المرضى الذين لديهم نمط استقلاب فائق السرعة، بينما يتقلص تثبيط الصفائح الدموية على نحو كبير في المرضى الذين لديهم نمط استقلاب بطيء، ويزيد لديهم معدل تكدس الصفائح الدموية؛ ما يعني ارتفاع خطر تعرضهم للأمراض القلبية الوعائية. ولذلك؛ فإنه مع المرضى الذين لديهم أنماط استقلاب متوسطة وبطيئة يوصى، على نحوٍ معتدل وبشدة، باستخدام دواء بديل مثل براسوجريل (Prasugrel) على التوالي.[84] ويعد دواء وارفارين (Warfarin) المانع للتخثر من أكثر الأدوية التي تؤخذ عن طريق الفم شيوعاً في الوصفات الطبية على مستوى العالم مع المرضى الذين يعانون من التخثر الوريدي العميق والرجفان الأذيني، ولكن عادةً ما تحدث استجابات عكسية خطرة، مثل النزيف، لدى المرضى،[85] وقد استنسخ كلٌّ من جين *CYP2C9* وجين *VKORC1* اللذين يعملان على تشفير إنزيم سيتوكروم P450 والوحيدة 1 من مركب فيتامين ك المختزل للإبوكسيد (vitamin K epoxide reductase complex subunit 1) من خلال روابط محددة بالحرائك الدوائية والديناميكا الدوائية لاستقلاب وعمل أدوية وارفارين.[86] وتنتج أدوية وارفارين تأثيرات

مضادة للتخثر عن طريق تثبيط (vitamin K epoxide reductase complex subunit 1)، ومنع إعادة تدوير فيتامين ك المختزل من فيتامين ك 2 و3 إيبوكسيد، وهو عامل مهم للكرسلة الجامية لعدد من عوامل تخثر الدم المعتمد على فيتامين ك.[87] ويعمل إنزيم CYP2C9 على استقلاب دواء وارفارين عن طريق إزالة مفعوله، ومن ثَمَّ تنشأ طفرات بالأليل من النمط البري *CYP2C9*1* في الكثير من جرعات وارفارين المعتادة التي تعطى للمرضى لتثبيط (vitamin K epoxide reductase complex subunit 1) التي تزيد من مخاطر تعرض المرضى للنزيف.[88] وتتسبب أطوار *CYP2C9*2* و*CYP2C9*3* اللذين يتسببان في إحلالات للحمض الأميني في تقليل نشاط إنزيم CYP2C9 بمعدل 30٪ و80٪ على التوالي.[89] وفي المرضى الذين لديهم زيجوت متماثل الألائل، أو زيجوت مركب متغاير الألائل في *CYP2C9*2* أو *3**، يوصى بشدة بتقليل جرعة وارفارين. وبالمثل؛ فقد ارتبطت التغيرات الفردية المتعددة الأشكال للنوكليوتيد في منطقة *VKORC1* بجرعة مستمرة من دواء وارفارين.[90] ويعتقد أن المتغيرات الفردية المتعددة الأشكال للنوكليوتيد (-1639G>A)، التي توجد في المادة المعززة، تؤثر في مستوى انتساخ جين *VKORC1* نفسه كونه محدِّداً جينياً قوياً للجرعة المناسبة من دواء وارفارين مع المرضى الحاملين لأليل G (G-allele) الذين يحتاجون إلى جرعة من وارفارين أكبر من المرضى الحاملين لأليل A (A allele).[91]

تقنية الرقائق الدقيقة في الطب الشخصي المعتمد على الصيدلة الجينومية

تساعد تقنية الرقائق الدقيقة على تصنيف تعبير آلاف الجينات، وتسمح بالمقارنة الكمية المباشرة لمستويات انتساخ كل جين بين أي عينتين (مثل سرطان الثدي والمراقبة)، وتتوافر مصفوفات رقائق دقيقة كثيرة باستخدام إما نظام لون تألقي واحد، وإما نظام لونين تألقيين مختلفين. وفي نظام اللون التألقي الواحد تُهجَّن نسخ RNA الجينية لكل عينة بشكل منفصل، وتتم مقارنة عينات مختلفة باستخدام أدوات المعلوماتية الحيوية بعد التقييس.[92] أما في نظام اللونين التألقيين؛ فيخلَّق RNA لكل عينة بألوان بأجزاء تألقية

مختلفة متصلة مثل سيانين 3 (Cy3)، وسيانين 5 (Cy5). ثم تمزج العينتان، وتهجنان في شريحة واحدة، وتُمسحان ضوئياً من أجل إنتاج صور تألقية من القناتين. وقد تكون عناصر الفحص على الرقائق الدقيقة نوكليوتيد متعدداً تخليقياً، أو حمضاً نووياً متمماً (c-DNA) للجينات المحددة، وكل منهما يوضع بموقع تحساسي على الشريحة.[132] ويتيح التطبيق الإضافي لتقنية الرقائق الدقيقة التصنيف الجيني لآلاف من المتغيرات الفردية المتعددة الأشكال للنوكليوتيد (SNPs)، والأحماض النووية الفردية (DNAs).[93]

وقد استخدمت الاختبارات القائمة على التعبير الجيني الكمي باستعمال إما الرقائق الدقيقة، وإما تفاعلات سلسلة بوليمراز المتنسخَة العكسية الكمية في الوقت الحقيقي، بنجاح مع مرضى سرطان الثدي الذين لديهم أنماط ظاهرية سلبية للعقد الليمفاوية، وموجبة لمستقبلات الأستروجين، في تحديد العلاج المناسب.[94] وفي اختبار Oncotype DX (www.oncotypeiq.com)، تم إجراء قياس التعبير الجيني لمستويات العشرين جيناً من خلال تقنيات qRT-PCR من نسيج الورم المتضمن البرافين. وقد احتسبت درجة تجدد الحدوث رياضياً بناءً على كلٍّ من مستويات تعبير الواحد والعشرين جيناً (من صفر إلى 100)، وتم تقسيم المرضى إلى ثلاث فئات تبعاً لدرجة الخطورة؛ خطورة منخفضة (درجة تجدد حدوث < 18)، وخطورة متوسطة (درجة تجدد حدوث 18–30)، وخطورة عالية (درجة تجدد حدوث > 31).[95] وكان لدى المرضى الذين انخفضت لديهم درجة تجدد الحدوث، والذين عُولجوا بدواء تاموكسيفين (tamoxifen)، فرصة أفضل للنجاة خلال السنوات العشر التالية بمأمن من المرض. وإضافةً إلى ذلك أظهرت نتائج متابعة مجموعة من الشابات المصابات بسرطان الثدي على مدى عشر سنوات موثوقية اختبار Oncotype DX في تحديد المرضى الذين قد ينتفعون من العلاج الكيميائي المساعد، والأهم المرضى الذين لا يحتاجون إلى العلاج الكيميائي المساعد بعد استئصال الكتلة الورمية.[96] وفي الاختبار الثاني، اختبار MammaPrint، وهو الاختبار الأول المعتمد من هيئة الغذاء والدواء الأمريكية للتمييز بين البصمة الجينية الحميدة للمرض، والبصمة الجينية الضعيفة للمرض لدى مرضى سرطان الثدي، تم تقييم مستويات تعبير سبعين

جيناً مرتبطاً بمخاطر انتقال المرض إلى أعضاء أخرى من الجسم لدى الشابات المصابات بسرطان الثدي (دون الواحد والستين عاماً من العمر)، [97] وتبين أن المرضى الذين لديهم بصمة جينية حميدة للمرض تقل لديهم مخاطر انتقال المرض إلى الأعضاء البعيدة خلال السنوات العشر المقبلة، وكانت معدلات نجاتهم أعلى. أما المرضى، الذين كان لديهم بصمة جينية ضعيفة، والذين حصلوا على علاج كيميائي مساعد؛ فقد تراجعت لديهم مخاطر انتقال المرض إلى الأعضاء البعيدة خلال السنوات العشر التالية أيضاً.[98]

واستخدمت طرق التعبير الجيني العالية الوتيرة في عدد من الاستعمالات، مثل إعادة توظيف الأدوية، وتصنيف السرطان، ودراسة آلية حساسية/ مقاومة العلاج الكيميائي. وفي إعادة توظيف الأدوية يستخدم الباحثون الطريقة الحسابية لتحديد البصمة المقابلة لأنماط التعبير الجيني بين خطوط الخلايا السرطانية، التي عُولجت بالدواء، وأنماط التعبير الجيني المتعلقة بالأمراض للتنبؤ بالإمكانيات العلاجية لهذه الأدوية. وتؤكد البصمات المقابلة أن للأدوية القدرة على إحداث تأثير علاجي في المرض عن طريق التنظيم المقلل لتعبير مجموعة الجينات المنتظمة تصاعدياً في المرض. وعلى سبيل المثال اختير سيميتيدين (cimetidine)، الذي يعالج القرحة، علاجاً محتملاً لسرطان الرئة الغدي، واختير دواء توبيراميت (topiramate) علاجاً محتملاً لداء الأمعاء الالتهابي،[99] واستخدم كذلك تصنيف التعبير الجيني للتمييز بين ابيضاض الدم اللمفاوي الحاد في الخلايا اللمفاوية B، وفي الخلايا اللمفاوية T عند الأطفال، حيث كانت هناك مجموعتان من الجينات، إحداهما من التنظيم التصاعدي، والأخرى من التنظيم المقلل، محدِّدتان للخلايا B.[100] ليس هذا فحسب، بل تم تعيين المجموعات الفرعية من الخلايا الخمس T، وهي t(9;22)(BCR-ABL) وt(1;19)(E2A-PBX1) وt(12;21)(TEL-AML1)، وإعادة التركيب الجيني في ابيضاض الدم المختلط النسائل (*MLL*)، والنمط النووي المفرط الصيغة الصبغية (hyperdiploid karyotype)، بدقة بناءً على مجموعة منتظمة تصاعدياً من جينات محددة لكل نُميط، تماشياً مع التشخيص التقليدي،[101] وقد حدد تصنيف التعبير الجيني كذلك بنجاح مجموعة صغيرة من الجينات المرتبطة بمقاومة الأدوية التي تعالج ابيضاض الدم،

ومن بينها الأدوية الأربعة الأكثر شيوعاً في علاج ابيضاض الدم الليمفاوي الحاد، وهي بريدنيسولون (prednisolone)، وفينكريستين (vincristine)، وإل-أسبارجيناز (L-asparaginase)، وداونوروبيسين (daunorubicin). ولذلك، فإنه من خلال معرفة نمط التعبير الجيني للمريض يمكن التنبؤ بفاعلية العلاج ونتيجته؛ حيث يمكن للعلاجات البديلة، أو لمزيج من الأدوية المتعددة، أن توفر خيارات علاجية أكثر.[102]

وتستخدم تقنية تحليل النمط الوراثي DMET من شركة أفيميتريكس Affymetrix Company (www.affymetrix.com) 1936 متغيراً فردياً متعدد الأشكال للنوكليوتيد، من خلال 225 جيناً مرتبطاً بامتزاز الأدوية وتوزيعها واستقلابها وإفراغها (ADME)، وتسهم شريحة DMET إسهاماً كبيراً في فحص المرضى ذوي المتغيرات الفردية المتعددة الأشكال للنوكليوتيد المتعلقة بحساسية الأدوية، ومقاومتها وسميتها، إضافةً إلى اكتشاف أطوار أخرى تتعلق بفاعلية الأدوية، وتأثيراتها الجانبية، وتعديلات جرعاتها. وقد جاء اختيار 1936 طوراً من خلال التعاون بين جهات أكاديمية وصناعية، واستندت بشكل رئيسي إلى قاعدة بيانات PharmGKB.[103] وقد استُخدِمت هذه التقنية بنجاح في تحديد أطوار جينية جديدة لجين *CYP4F2* (إضافةً إلى الأطوار التي سبق تحديدها في كلٍّ من جين *CYP2C9* وجين *VKORC1*)، وتسهم كلها في تكوين فهم أفضل للاختلافات بين الأشخاص فيما يتعلق بالاستجابة لدواء وارفارين.[104] وقد استخدمت هذه التقنية أيضاً في توضيح الاختلاف بين الأشخاص وأنماط السمية الناجمة عن استخدام دواء دوسيتاكسيل (docetaxel) لدى مرضى سرطان البروستاتا مقارنة بالجمع بين دواءي دوسيتاكسيل (docetaxel) وثاليدوميد (thalidomide) في العلاج.[105]

الطب الشخصي والأمراض المُعدية

لا يزال من 40٪ إلى 60٪ من حالات الالتهاب الدماغي، ومن 15٪ إلى 25٪ من حالات الالتهاب الرئوي، و20٪ من حالات تعفُّن الدم التي تسببها بكتيريا أو فطريات أو فيروسات أو طُفيليات، تمر من دون تشخيص حتى مع الفحص المكثف باتباع طرق

الاستنبات (المزرعة)، والاختبارات الكيميائية الحيوية.[106] ومن هنا يظهر دور تسلسل الجينوم الكلي كتقنية فاعلة في الطب الشخصي للأمراض المُعدية على مستويات اكتشاف الأمراض، وتصميم العلاج لها. وقد أظهر جهاز تقنيات تحديد تسلسل الحمض النووي MinION (من شركة أوكسفورد نانوبور تكنولوجيز Oxford Nanopore Technologies) قدرات غير مسبوقة في اكتشاف مسببات الأمراض والجينات، التي اكتسبت المقاومة مباشرة من خلال العينات البيولوجية، من دون الحاجة إلى طرق الاستنبات التقليدية؛ ففي خلال أربع ساعات فقط تمكنت هذه التقنية من التعرف إلى واحد وخمسين جيناً من أصل خمسة وخمسين جيناً من جينات المقاومة المكتسبة التي اكتُشفت في البكتيريا المستنبَتة.[107] وعلى نحو مماثل، عند دراسة أشكال العدوى المجهولة السبب لدى طفل يبلغ الرابعة عشرة من عمره، دخل المستشفى ثلاث مرات خلال فترة أربعة أشهر، ومكث لمدة أربعة وأربعين يوماً في وحدة العناية المكثفة، وخضع لأكثر من 100 اختبار وخزعة دماغية لم تعطِ نتائج حاسمة في تحديد سبب المرض، كشفت تقنية الجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي عن وجود عدوى البكتيريا البريمية السانتاروزية (*Leptospira santarosai*)، ومن ثَمَّ أُعطي الطفل العلاج الوريدي المناسب بعقار البنسلين.[108] وفي هذا السياق اكتُشف وجود فيروسي شيكونغونيا (chikungunya) وإيبولا (ebola) في أقل من ست ساعات باستخدام تقنية تحديد التسلسل الوراثي في الوقت الحقيقي Nanopore،[109] فمن خلال هذه التقنية، التي يمكن فيها مراقبة التسلسل الناتج عن الآلة، ونظمه مع قواعد البيانات العامة في الوقت الحقيقي، تم التعرف الفوري إلى مسببات العدوى؛ إذ اكتُشف وجود بكتيريا السالمونيلا المعوية (*Salmonella enterica*) في غضون خمسين دقيقة، وقد اكتُشف تفشي فيروس الإيبولا في عام 2014 بسرعة مماثلة.[110]

وفي الختام: لقد تناولت هذه الدراسة دور علم الجينوم في الطب الدقيق، وفي علاج الكثير من الأمراض السرطانية، وأمراض الوراثة المندلية، بالاعتماد على العلاجات التي

تستهدف التركيب الجيني. وقد ساعدت تقنيات تحديد تسلسل الجينوم العالية الوتيرة، على غرار الرقائق الدقيقة، والجيل الجديد لتحديد التسلسل الوراثي، على الإسراع بوتيرة اكتشاف الأصل الجيني، ومن ثم التعرف إلى هدف العلاج الجزيئي الجديد، ومع أن النتائج الجينية تمثل حجر الأساس للطب الدقيق/ الطب الشخصي، فإن هناك عناصر أخرى لا تقل عنها أهمية عند تنفيذ التدخلات الوقائية على مستوى السكان، مثل البيئة ونمط الحياة.

الفصل الخامس

كيف يمكن أن نتجنَّب عصر ما بعد المضادات الحيوية؟

مارك بلاسكوفيتش

مقدمة

باتت مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية تمثل أزمة عالمية تلقي بظلالها على صحة شعوب العالم ورفاهيتها الاقتصادية، وإن لم تُتَّخَذ الإجراءات للتصدي لها؛ فسوف يؤدي تفشي الميكروبات الفائقة إلى خلق حالة تعود بنا، وفق تحذيرات منظمة الصحة العالمية، إلى "عصر ما قبل المضادات الحيوية".[1] وتحذر المنظمة من أن الأمراض الشائعة، والإصابات الطفيفة، التي طالما كان من الممكن علاجها على مدى عقود قد تتسبب، من جديد، في قتل الملايين؛ ذلك أن مقاومة المضادات الحيوية ستجعل هناك صعوبة بالغة في إجراء العمليات الجراحية المتطوِّرة، وإدارة الحالات المرضية المزمنة الخطِرة مثل السرطان. وللعلم فقد بلغ معدل حالات الوفاة نتيجة الإصابة بالعدوى قبل اكتشاف المضادات الحيوية 40٪، وتتنبأ دراسة أُجريت تحت إشراف الحكومة البريطانية بأنه بحلول عام 2050 قد تتسبب العدوى المقاوِمة للأدوية في مقتل عشرات الملايين من الناس كل عام.[2]

وفضلاً عمَّا سيكون لها من تأثير بالغ في الممارسات الطبية الحالية، التأثير الذي تتحول معه جراحات شائعة، مثل استبدال مفصلَي الفخذ والركبة، والكثير من العمليات الجراحية العادية، إلى إجراءات عالية الخطورة، فسوف تصبح العلاجات التي تؤثر في جهاز المناعة، مثل زرع الأعضاء، والعلاج الكيميائي للسرطان، متعذِّرة نتيجة لما قد يحيط بها من ارتفاع

مخاطر الإصابة بالعدوى. ولا شك أن التأثيرات، التي ستحدث في قطاع الرعاية الصحية، ستصاحبها تكاليف اقتصادية كبيرة نتيجة للخسائر في الأرواح والإنتاجية؛ الأمر الذي قد يؤدي إلى انخفاض الناتج المحلي الإجمالي العالمي بمعدل 3.5٪.[3]

ويقصد بمصطلح "الميكروبات الفائقة" البكتيريا التي أصبحت تملك القدرة على مقاومة العلاج بالمضادات الحيوية، ويحدِّد عدد أنواع المضادات الحيوية التي باتت تقاومها مدى "قوتها الفائقة"، وقد اكتشفنا حتى اليوم البكتيريا المقاومة للأدوية المتعددة (MDR)، وميكروبات مقاومة للمضادات الحيوية المكثفة (XDR)، مع العلم بأن الميكروبات الفائقة، ومقاومة المضادات الحيوية، ومقاومة مضادات الميكروبات (AMR)، والعدوى المقاومة للأدوية، تمثل جميعها أشكالاً مختلفة لظاهرة واحدة تتضمن البكتيريا والميكروبات الدقيقة الأخرى التي وصلت إلى مستوى من التطور يحول دون مقاومة المضادات الحيوية لنموها. ولقد كشفت دراسة أجراها صندوق Wellcome Trust عن انتشار اعتقاد خاطئ بين الناس حول مفهوم مقاومة المضادات الحيوية يتلخص في أن جسم الإنسان هو الذي أصبح يقاوم المضادات الحيوية، وهو الاعتقاد الذي يتعارض مع المفهوم الصحيح بأن البكتيريا هي التي اكتسبت القدرة على مقاومة الأدوية.[4] وحتى يتسنَّى تعزيز الخطاب التثقيفي العام من الضرورة بمكان تصحيح هذه المفاهيم المغلوطة؛ ولذا فإننا نقترح استخدام مصطلح "العدوى المقاومة للأدوية" بدلاً من "مقاومة المضادات الحيوية".[5]

ويجب العلم أن مقاومة المضادات الحيوية ليست بالأمر الجديد؛ فقد ألمح ألكسندر فليمنج Alexander Fleming، خلال الكلمة التي أدلى بها عند تسلمه جائزة نوبل عام 1945 عن اكتشافه لعقار البنسلين، إلى احتمال تطوير الميكروبات قدرتها على مقاومة البنسلين، وضرب مثالاً بسيناريو للمريض "س"، الذي "يشتري بعض البنسلين، ويتعاطاه من تلقاء نفسه من دون أن يحصل على الجرعة الكافية للقضاء على المكورات العقدية؛ فتتحول تلك الجرعة إلى درس تتعلم منه تلك البكتيريا كيفية مقاومة البنسلين؛ ثم تنتقل العدوى منه إلى زوجته السيدة "س" التي تصاب بالالتهاب الرئوي، وتخضع

على إثره للعلاج بعقار البنسلين، ولا ينجح العلاج؛ لأن المكورات العقدية باتت تقاوم البنسلين".[6] ومنذ اكتشاف مقاومة الميكروبات للبنسلين (التي تردَّد صداها حتى قبل استخدام العقار في العلاج السريري)، غدا الحديث عن المقاومة ملازماً لكل مضاد حيوي آخر يُستحدث –وهو عادةً ما يتم خلال بضع سنوات من استخدام المضاد الحيوي في العلاج السريري، إن لم يكن قبل ذلك.[7]

أنواع المضادات الحيوية

تم اكتشاف مجموعة من أنواع المضادات الحيوية، التي تستهدف أنواعاً كثيرة من البكتيريا. وللبكتيريا نوعان رئيسيان "السالبة الجرام" و"الموجبة الجرام"، ويتم التمييز بينهما من خلال غشاء خارجي إضافي يوجد على البكتيريا السالبة الجرام ليوفر حماية إضافية تحول دون اختراق المضادات الحيوية لها؛ ومن ثَمَّ يتعذر قتلها. وبعض أنواع المضادات الحيوية، مثل جلايكوببتيد (glycopeptides)، لا تنشط سوى ضد البكتيريا الموجبة الجرام؛ لأن غشاء البكتيريا السالبة الجرام يمنع وصولها إلى هدف المضاد الحيوي، حتى إن كان هدفها موجوداً في نوعَي البكتيريا كليهما، أما الأنواع الأخرى من المضادات الحيوية، التي تُعرَف بالمضادات الحيوية "الواسعة المدى"، فتنشط ضد نوعي البكتيريا، وإن كانت هناك أنواع معينة منها لا يكون لها مفعول سوى ضد مجموعة فرعية من البكتيريا، ذلك في حين أن أنواعاً معدودة من المضادات الحيوية، مثل بوليميكسين (polymyxins) لا تنشط إلا ضد البكتيريا السالبة الجرام؛ لعدم توافر الهدف الذي تهاجمه في البكتيريا الموجبة الجرام.

وتوجد خمسة أنواع رئيسية فقط من أهداف البكتيريا التي تهاجمها المضادات الحيوية الشائعة في الأسواق؛[8] فمثلاً مثبطات تخليق الجدار الخلوي، مثل بيتا لاكتامز (β-lactams)، وجلايكوبيبتيدس، تمنع تكوُّن بيبتيدوغليكان، وهو بوليمر متشابك من السكر والأحماض الأمينية يشكل المكون البنيوي للجدار الخلوي البكتيري، وتحتوي الطبقة السميكة من بيبتيدوغليكان على طبقة خارجية من البكتيريا الموجبة الجرام، أما

البكتيريا السالبة الجرام؛ فتستحوذ على طبقة رقيقة توجد بين الغشاء السيتوبلازمي والغشاء الخارجي، وتؤثر مثبطات تخليق البروتين في قدرة البكتيريا على إنتاج بروتينات جديدة، ويمكنها أن تهاجم إما الريبوسوم S50 بآلية تحويل البروتين (ماكروليد macrolides، وأوكسازوليدون oxazolidinones)، وإما الريبوسوم S30 (أمينوجليكوزيد aminoglycosides، وتيتراسيلكين tetracyclines)، ويهاجم كلٌّ من بوليميريز الحمض النووي الريبوزي RNA (ريفامايسين rifamycins)، ومثبطات الحمض النووي الصبغي DNA (فلوروكينولونز fluoroquinolones) الإنزيمات التي تعمل على تعديل الحمض النووي خلال عملية الاستنساخ، إضافة إلى التأثير الكلي لإيقاف إنتاج البروتين، أما مضادات الفولات Antifolates (سلفوناميد sulfonamides)؛ فتمنع توفير المونومرات لتخليق الحمض النووي الصبغي DNA، وتساعد المضادات الحيوية التي تعمل على غشاء الخلية (دابتوميسين daptomycin، وبوليميكسين polymyxins) على تعطيل بناء الغشاء الخلوي للبكتيريا؛ ما يتسبب في انحلال محتويات الخلية وتسربها.

ونورد فيما يأتي الأنواع الرئيسية من المضادات الحيوية، مع ذكر أمثلة لكلٍّ منها:[9]

- ***بيتا لاكتامز (β-lactams)***:[10] تهاجم مضادات بيتا لاكتامز، التي يعدُّ من أشهرها أول مضاد حيوي اكتُشف عام 1928 (البنسلين)، الإنزيمات الناقلة للببتيد التي تعمل على تخليق الجدار الخلوي، وقد تطورت الكثير من فئاتها على مرِّ السنين للتغلب على مقاومة الميكروبات لها، وتحسين مفعولها، ومنها مركبات بينام penams (ميثيسيلين methicillin، وأموكسيسيلين amoxicillin، وأمبيسيلين ampicillin)، وكاربابينيم carbapenems (إمبينيم imipenem، ودوريبينيم doripenem، وميروبينيم meropenem)، ومونوباكتام monobactams (أزتريونام aztreonam)، وعدد من أجيال سيفالوسبورين cephalosporins (الجيل الأول: سيفازولين cefazolin، والجيل الثاني: سيفاكلور cefaclor، والجيل الثالث: سيفوتاكسيم

cefotaxime، وسيفترياكسون ceftriaxone، والجيل الرابع: سيفيبيم cefipime، والجيل الخامس: سيفتارولين ceftaroline).

- *سلفوناميد (Sulfonamides)*: تنافس مركبات سلفوناميد عقار البنسلين على مركز أول المضادات الحيوية التي اكتُشفت، والواقع أنها كانت أول المضادات الحيوية التي استُعملت بانتظام في مطلع فترة الثلاثينيات من القرن الماضي،[11] وهي مثبطات فاعلة لإنزيم ديهيدروبتروات سينثيتاز (dihydropteroate synthetase)، الذي يُعَدُّ مركباً وسيطاً مهماً في تخليق الفولات، وطليعة الحمض النووي. ومن أمثلتها سلفاميثوكسازول (sulfamethoxazole) وسلفاديازين (sulfadiazine).

- *أمينوجليكوزيد (Aminoglycosides)*:[12] تتكون مجموعة مركبات أمينوجليكوزيد من السكر المعدل أمينياً، مع نواة من أمينوسايكليتول تحتوي على بديل واحد أو اثنين للسكر الأميني، وقد اكتُشِف أول مركب ينتمي إلى هذه العائلة، إستريبتوميسين (streptomycin)، في عام 1944، ومن الأمثلة الأخرى لها مركبات جنتاميسين (gentamicin)، وتوبراميسين (tobramycin)، وأميكاسين (amikacin)، ونيوميسين (neomycin)، وباروموميسين (paromomycin).[13] وتستعمل مضادات أمينوجليكوزيد في المقام الأول لعلاج العدوى بالبكتيريا السالبة الجرام، ومع أن لها مفعولاً ضد البكتيريا الموجبة الجرام أيضاً، فإن هناك خيارات علاجية أنجع وذات آثار جانبية أقل.

- *تيتراسيكلين (Tetracyclines)*:[14] عُزِل أول مركب ينتمي إلى عائلة تيتراسيكلين، وهو كلورتيتراسيكلين (chlortetracycline) في عام 1945، ويعدُّ تيتراسيكلين منتجاً طبيعياً آخر، بينما يتكون عقار دوكسيسيكلين (doxycycline)، وعقار مينوسيكلين (minocycline)، من بعض المشتقات نصف المصنَّعة. وتمثل مركبات جليسيليسيكلين (Glycylcyclines)، التي أشهرها تيجيسيكلين (tigecycline)،

"الجيل الثالث" من عائلة مركبات تيتراسيكلين. ومركبات تيتراسيكلين، كما يشير اسمها، تتكون من أربعة أنظمة حلقية مدمجة، وذات مفعول واسع المدى، وترتبط بالوحدة الفرعية الريبوسومية S30 في شبكة تحويل mRNA.

- ***ماكروليد (Macrolides)***:[15] مركبات ماكروليد هي منتجات طبيعية متعددة الكيتيد، تتكون من حلقة لاكتون ضخمة (من 14، أو 15، أو 16 غشاء) يرتبط بها مجموعة من مركبات السكر المنقوص الأكسجين (deoxy-sugars)، وعُزل أول مركب ينتمي إلى عائلة ماكروليد، وهو إريثروميسين (erythromycin)، في عام 1949. كما تضم العائلة روكسيثروميسين (roxithromycin)، وأزيثروميسين (azithromycin)، وكلاريثروميسين (clarithromycin)، وتيليثروميسين (telithromycin)، وغيرها، وهي مركبات ذات مفعول كبير ضد البكتيريا الموجبة الجرام، وذات مفعول محدود ضد البكتيريا السالبة الجرام.

- ***جلايكوببتيد (glycopeptides)***:[16] اكتُشِف أول مركب ينتمي إلى عائلة جلايكوببتيد في عام 1953، ولكن لم يتسع نطاق استعماله إلا بعد أن تقلَّصت آثاره الجانبية السامَّة بعد تحسين تنقيته، وبعد أن دعت الحاجة إلى ذلك؛ على إثر اكتشاف مقاومة البكتيريا لمركبات بيتا لاكتام (β-lactams)، وانتشار المكورات العنقودية الذهبية المقاومة لمركب ميثيسيلين (MRSA). وقد اعتُمد منتج طبيعي آخر من عائلة جلايكوببتيد لاستعماله في أوروبا، ولكن لم يُصادَق على طرحه في الولايات المتحدة الأمريكية، ثم بدأ استعمال ثلاثة مركبات ليبوجلايكوببتيد (lipoglycopeptides) نصف مصنَّعة وأقوى مفعولاً هي: تيلافانسين telavancin (2009)، ودالبافانسين dalbavancin (2014)، وأوريتافانسين oritavancin (2014) في السنوات الأخيرة، وترتبط مركبات جلايكوببتيد بطليعة الدهون الثنائية لطبقة بيبتوجليكان لتمنع تخليقها.

- ***كوينولون/ فلوركينولون (Quinolones/Fluoroquinolones)***:[17] يعدُّ حمض ناليديكسيك (Nalidixic) الذي ابْتُكر عام 1962 أول دواء ينتمي إلى عائلة

كوينولون برغم أنه لا يحوي بنية الكوينولون، ومن أشهر المركبات التي تنتمي إلى هذه العائلة مركب فلوروكوينولون سيبروفلوكساسين (fluoroquinolone ciprofloxacin) الذي استُعمل لأول مرة عام 1987، وتلتصق مركبات كوينولون بإنزيمات جيريز الحمض النووي الصبغي (DNA)، أو إنزيم توبوزوميريز الرابع (topoisomerase IV) لتمنع تناسخ الحمض النووي الصبغي (DNA) وتكرُّره.

- ليبوببتيد (***Lipopeptides***):[18] هي مركبات تنشط في غشاء الخلايا، وتتضمن مضادات حيوية مقاومة للبكتيريا الموجبة الجرام، مثل دابتوميسين (daptomycin)، وباسيتراسين (bacitracin)، ومضادات حيوية مقاومة للبكتيريا السالبة الجرام مثل بوليميكسين بي (polymyxin B)، وكوليستين (colistin)، و(بوليميكسين إي polymyxiin E)، وهي تتكون من نواة ببتيد متكرر الطور، ولف ببتيد مغطى بمجموعة ألكيل شحمي.

- ***أوكسازوليدينون (Oxazolidinones)***:[19] هي مركبات نادرة من مضادات حيوية مصنَّعة بالكامل، وهي الفئة الجديدة الوحيدة من المضادات الحيوية المصنعة، التي اكتُشفت، ودخلت في العلاج السريري خلال الخمسين عاماً الماضية.[20] وبرغم اكتشافها في عام 1978؛ فلم يصادق على استعمال أول مركب منها، وهو لينزوليد (linezolid)، إلا في عام 2000. واعتُمد ثاني مركب ينتمي إلى العائلة، وهو تيديزوليد (tedizolid) ليدخل في الاستعمالات الطبية في عام 2014، ولا تنشط مركبات أوكسازوليدينون إلا في مقاومة البكتيريا الموجبة الجرام.

تطور مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية

يمكن للبكتيريا أن تتغلَّب على المفعول القاتل للمضادات الحيوية من خلال طرقٍ عدَّة، سواء من خلال منع المضاد الحيوي من الوصول إلى مركز نشاطها عن طريق تعديل هدف المضاد الحيوي؛ بحيث يصبح تفاعل المضاد الحيوي مع الهدف أقل فاعلية،[21] أو عن

طريق تعديل، أو تعطيل، مفعول المضاد الحيوي نفسه.[22] وفيما يتعلق بكيفية استخدام البكتيريا الطريقة الأولى -منع وصول المضاد الحيوي إلى الهدف- تقوم البكتيريا بما يأتي:

- بناء جدران خلوية أقوى تحول دون دخول الأدوية إلى جسم البكتيريا (إن كان هدف المضاد الحيوي موجوداً داخل الخلية).

- "طرد" المضادات الحيوية بقوة؛ بحيث لا يتسنى للمضاد الحيوي الوصول إلى درجة التركيز القاتلة داخل الخلية؛ وذلك باستخدام مضخات لإخراج المضاد الحيوي من السيتوبلازم، أو البروتوبلازم (لا تكون هذه الطريقة فاعلة إلا عندما يكون هدف المضاد الحيوي داخل الخلية).

- تغيير هدف المضاد الحيوي؛ بحيث لا يتفاعل مع الدواء، وقد يتضمَّن ذلك عمليات تحويل لموقع التصاق المضاد الحيوي في البروتين، الذي يعمل المضاد الحيوي على تثبيطه، كما هي الحال مع المضادات الحيوية التي ترتبط بالريبوسوم، ويمكنها كذلك تغيير الركيزة التي يرتبط بها المضاد الحيوي -مثل تغيير الدهون الثنائية لطليعة ببتيدوجلايكان، التي تقلل من تجانس جلايكوببتيد، أو إضافة أرابينوز الأميني، أو إيثانولامين جزئي إلى مجموعة ليبيد أ (Lipid A) الأساسية لعديد السكاريد الشحمي؛ ما يعمل على تقليل التجاذب الإلكتروستاتي للبوليميكسين.

أما عن تغيير المضاد الحيوي نفسه؛ فتعد مقاومة البكتيريا لمركبات بيتا لاكتام خير مثال لذلك؛ فقد طورت البكتيريا إنزيمات بيتا لاكتاماز التي تعمل على فصل الرأس الحربي لمركب بيتا لاكتام، ومن ثم تعطيل مفعول المضاد الحيوي، ويُعطل مفعول الجليكوزيدات الأمينية أيضاً عن طريق أستلة بديل أميني، أو إضافة مجموعة الأدينيل/ فسفتة بديل هيدروكسيل.

وربما توجد آلية واحدة أو أكثر من آليات المقاومة هذه فطرياً في عدد قليل من مليارات البكتيريا التي تتعرض للمضاد الحيوي، وهي الخاصية التي تعرف باسم

"المقاومة الفطرية"؛ ولأن معظم المضادات الحيوية مشتقة من منتجات طبيعية، عادة ما تنتجها بكتيريا، أو فطريات أخرى؛ فإن ذلك يعني أن البكتيريا قد سبق أن تعرضت لهذه المواد آلاف أو ملايين السنين؛ ما ساعدها على تطوير آليات تحميها من القتل. ولعل خير مثال لذلك هو التعرُّف إلى الجينات التي تقاوم المضادات الحيوية بيتا لاكتام، وتيتراسيكلين، وجلايكوببتيد من طبقة دائمة التجمُّد يزيد عمرها على 30 ألف عام.[23] ومع المقاومة الفطرية تُقتل معظم البكتيريا عند التعرض للمضاد الحيوي، وينجو عدد قليل منها، وتتوافر له البيئة المواتية للنمو في ظل غياب المنافسة مع بني سلالتها الأسرع تأثراً.

وفي حالات أخرى تنشأ المقاومة من خلال التطور بالتراكم لعمليات التحوُّل المفيدة في البكتيريا السريعة النمو، وهي عملية تعرَف بالمقاومة المستحدثة، ويمكن أن تتضاعف أعداد البكتيريا خلال من 15 إلى 30 دقيقة فقط؛ إذا ما توافرت الظروف المواتية. وعند تعرُّض البكتيريا لجرعات غير قاتلة من المضاد الحيوي تساعد عمليات التحوُّل، التي تزيد من فرص النجاة والنمو، الأعداد القليلة من البكتيريا التي تمر بعملية التحوُّل على النمو السريع؛ لتكون لها الهيمنة على الكثير من الأجيال.

وتنتقل المقاومة الفطرية، أو المكتسبة، إلى السلالات الجديدة عند انقسامها، ويمكنها كذلك أن تنتقل بين البكتيريا من خلال تبادل جزيئات من المواد الجينية (البلازميدات) التي تحمل جينات المقاومة؛ الأمر الذي يؤدي إلى الانتشار السريع للمقاومة بين أنواع البكتيريا المختلفة، وقد اكتُشف أن البلازميدات تحمل آليات مقاومة متعددة ضد الكثير من المضادات الحيوية، وقد ورد مثال حديث على التهديدات التي تنتج عن تبادل البلازميدات في تقارير مقاومة أحد المضادات الحيوية من الخط الأخير، وهو ليبوببتيد كوليستين (lipopeptide colistin)؛ فقد اكتُشف وجود أحد الجينات التي يطلَق عليها mcr-1 (المقاومة المستنفرة للكوليستين) في البلازميدات في عينات البكتيريا الإشريكية القولونية التي جُمعت من مزارع خنازير صينية في عام 2011 (ولم تُعلن إلا في عام 2015)؛

وبما أننا على علم مسبق بمقاومة البكتيريا للكوليستين؛ فإن احتمال الانتشار السريع للمقاومة عبر هذه الآلية الجديدة يمثل مصدر قلق كبير؛ إذ يعدُّ الكوليستين المضاد الحيوي الوحيد الذي يؤثر مفعوله في علاج بعض العدوى الميكروبية، والواقع أن جين mcr-1 قد اكتُشف في الكثير من أنواع البكتيريا في أكثر من 30 بلداً (سُجِّلت حالة إصابة منها بالولايات المتحدة الأمريكية في عام 2016).

كما أسلفنا؛ فإن مقاومة المضادات الحيوية ليست بالظاهرة الجديدة، غير أن المثير للقلق هو ظهور موجة من ارتفاع مستويات المقاومة في عدد أكبر من حالات العدوى البكتيرية، واتساع نطاقها لتشمل أنواعاً أكثر من المضادات الحيوية. ويُعزى تفشي هذه الظاهرة، بوجه عام، إلى الإفراط في استعمال المضادات الحيوية؛ فقد أكد تقرير أونيل O'Neill بشأن مقاومة مضادات الميكروبات أن نحو ثلثي المضادات الحيوية في العالم لم تستعمل لعلاج البشر، وإنما أُعطيت للحيوانات التي تُربى كي تدخل في غذاء الإنسان.[24] وعادةً ما تستخدَم المضادات الحيوية بصفتها مكملات غذائية لتعزيز النمو، وليس بصفتها علاجاً لعدوى أو مرض. وقد اكتُشفت هذه الخاصية النافعة بُعيد اكتشاف المضادات الحيوية بفترة وجيزة. وللأسف يتعذَّر الحصول على بيانات دقيقة حول استعمال مضادات الميكروبات في تربية الماشية؛ بسبب عدم جدية قطاع الزراعة في رصد استهلاك المضادات الحيوية، وعدم وجود رقابة حكومية كافية، أو انعدامها بالكلية. وقد سعى تقرير صدر في عام 2015[25] إلى تقدير استهلاك الماشية للمضادات الحيوية في 228 بلداً، وتوقع معدُّو التقرير أن يرتفع الاستهلاك الحيواني منها بمعدل 67٪، فيما بين عامي 2010 و2013، وتنبؤوا كذلك بارتفاع أكبر (بمعدل 99٪) في كلٍّ من البرازيل وروسيا والهند والصين وجنوب إفريقيا، ولم تتطرَّق هذه الدراسة إلى مصدر آخر لزيادة استهلاك المضادات الحيوية، وهو الزراعة المائية، التي تشتهر بالإفراط في استخدام المضادات الحيوية، حتى وإن كان على مستوى أقل من سابقه. إن الإفراط في استعمال المضادات الحيوية في الزراعة يؤدي إلى انتشار البكتيريا المقاومة لمضادات الميكروبات في الحيوانات، وقد اكتُشفت مستويات عالية من المقاومة في مزارع الماشية.[26] وأثبتت الدراسات أن هذه البكتيريا

يمكن حينئذٍ أن تنتقل إلى الإنسان عبر طرق عدة؛ فيمكن أن تنتقل من خلال المحيط البيئي عبر الصرف الزراعي،[27] أو عن طريق المنتجات الغذائية، أو عبر الاحتكاك المباشر.

والأدهى أن أكثر من ثُلثي المضادات الحيوية، التي تدخل في العلاج البشري، تُوصف للمرضى من دون ضرورة طبية.[28] وهناك عوامل كثيرة وراء هذه الإحصائيات المثيرة للقلق؛ فقد كشفت دراسة استقصائية أجراها صندوق "ويلكم"[29] حول تجربة الجمهور في استعمال المضادات الحيوية عن أن أكثر من 90٪ من المشاركين في الدراسة قد خضعوا للعلاج بأحد المضادات الحيوية مرة على الأقل خلال حياتهم، ولكن ما أثار قلقنا فعلاً هو أن نحو نصف عدد المشاركين قد وُصف لهم مضاد حيوي في العام الماضي، وأكثر من 20٪ منهم طلبوا بأنفسهم من الأطباء أن يصفوا لهم مضادات حيوية؛ في دلالة على أحد الضغوط التي تزيد من الإفراط في استعمال المضادات الحيوية. أما الشق الآخر من المعادلة؛ فهو الطبيب الذي يصف المضادات الحيوية لمريض تظهر عليه أعراض البرد أو الإنفلونزا العادية بداعي "الاطمئنان"، ولا شك أن عدم القدرة على التمييز بين العدوى البكتيرية والفيروسية هو السبب الأبرز لمعظم الوصفات الطبية غير السليمة، وإذا ما تمكَّنا من تطوير آلية للتشخيص السريع ذات تكلفة معقولة بإمكانها أن تميِّز بدقة بين احتمالَي الإصابة المذكورَين، وتؤكد لنا متى يكون المضاد الحيوي ضرورة طبية، عندها سيكون لها التأثير الأكبر والأسرع في الحد من الإفراط في استعمال المضادات الحيوية؛ وهو ما سنوضحه فيما يستجد من هذا البحث. وأشارت الدراسة نفسها[30] إلى أن قرابة 40٪ من المشاركين كان لديهم اعتقاد مغلوط بأن للمضادات الحيوية مفعولاً في علاج العدوى الفيروسية.

ويتضح حجم الاستخدام غير السليم للمضادات الحيوية نتيجة للوصفات الطبية الخاصة بعلاج الأمراض الفيروسية، من خلال خريطة حرارية تقارن بين معدلات وصفات المضاد الحيوي بدولة إنجلترا في فصل الصيف، والمعدلات نفسها في فصل

الشتاء،[31] ويظهر منها ارتفاع معدلات وصفات المضاد الحيوي للشخص إلى الضعف في فصل الشتاء؛ ويعود ذلك في المقام الأول إلى استخدام المضادات الحيوية في علاج نـزلات البرد والإنفلونزا، وكلا المرضين تسببه فيروسات، ومن ثم لا يستجيبان للعلاج بالمضادات الحيوية. وقد اكتُشف وجود علاقة بين الكثافة السكانية، وارتفاع درجة الحرارة، وزيادة مقاومة الميكروبات للمضادات الحيوية؛ ويرجع ذلك إلى عدد من العوامل التي تتسبب في تفشي المزيد من العدوى.[32]

ومن سوء الحظ؛ فقد كشفت دراسة حديثة عن أن استعمالنا المضادات الحيوية ما زال يتزايد باطِّراد،[33] على الرغم من التقارير الوطنية والدولية الكثيرة، التي أماطت اللثام عمَّا يلوح في الأفق من خطر مقاومة مضادات الميكروبات، وتنفيذ استراتيجيات لمراقبة مضادات الميكروبات (AMS) تهدف إلى الحد من استعمال المضادات الحيوية.[27] وأثبتت الدراسات التحليلية الجديدة أن مُنحنى الاستخدام العالمي للمضادات الحيوية لا يزال متصاعداً، وليس منحدراً؛ فقد ارتفع استهلاك الفرد خلال خمسة عشر عاماً، من عام 2000 إلى عام 2015، بمعدل 39٪، وذلك في ست وسبعين دولة، وعندما اقترنت تلك الأرقام بالزيادة في عدد السكان زاد الاستهلاك الكلي بمعدل 65٪. واللافت للنظر أن معظم الارتفاع كان في البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، وقد جاءت دولتا الهند والصين في صدارة تلك البلدان (بلغ معدل زيادة استهلاك الفرد 63٪، و65٪ على التوالي)؛ ولعل السبب في ارتفاع معدلات الاستهلاك في تلك البلدان يكمن في زيادة قدرة سكانها على شراء المضادات الحيوية؛ إذ ثبت وجود علاقة بين معدلات الاستهلاك، والناتج المحلي الإجمالي للفرد، وربما تُعزى تلك العلاقة إلى التوسع الحضري الذي يؤدي إلى تدنِّي جودة الهواء، وخلق بيئة أكثر ازدحاماً؛ ما يسفر عن انتشار أمراض الجهاز التنفسي، وارتفاع معدلات انتقال العدوى المرضية.

وألمح التقرير إلى موجة تدعو إلى التفاؤل في البلدان ذات الدخل المرتفع؛ حيث تراجع الاستهلاك بمعدل 4٪. أما على الصعيد العالمي؛ فقد توقع التقرير أن يزيد استعمال

المضادات الحيوية، بحلول عام 2030، بمعدل 200٪ على المعدلات المسجَّلة في عام 2015، في ظل عدم حدوث تغييرات كبيرة في الاتجاهات السائدة على مدار الخمسة عشر عاماً المقبلة، وما يدعو إلى القلق أن معدلات استهلاك الأنواع الأحدث من المضادات الحيوية، وتلك التي تمثل خط الدفاع الأخير، قد ارتفعت إلى أعلى مستوياتها.

ومن بين العوامل، التي تؤدي إلى إفراط البشر في استهلاك المضادات الحيوية، اعتقادهم أنها آمنة، وأن وصفها للمرضى، وإن كانوا غير مصابين بعدوى تتطلب العلاج بها، لن يكون له أي آثار جانبية خطِرة. وهذا بعيد كل البعد عن الصحة، وربما تكون برامج مراقبة استخدام المضادات الحيوية، التي تسلط الضوء على الآثار الجانبية الخطِرة لها، أنجع من مجرد محاولة أن نفسر كيف تساعد الجرعات الزائدة على زيادة مقاومة البكتيريا لها، وتتضمَّن الآثار الجانبية الأعراض العادية التي تظهر مع الأدوية الأخرى، مثل تضرر الكليتين (التسمم الكلوي) الذي يعدُّ عَرَضاً جانبياً خطِراً للكثير من المضادات الحيوية، فضلاً عن الآثار الجانبية الأخرى، مثل تسمُّم الأذن (تضرر حاسة السمع)، وتمزق الوتر العقبي، وتلف الكبد أو الجهاز العصبي المركزي، واعتلال الأعصاب الطرفية، والاضطرابات الخطِرة في نبض القلب، والإسهال، ومشكلات المفاصل. وهناك آثار جانبية أخرى أقل وضوحاً؛ ولكنها شديدة الخطورة تنتج عن تغير الميكروبيوم الطبيعي للجسم، أي الكائنات الدقيقة النباتية والحيوانية الطبيعية بالجسم، التي تساعد على منع هيمنة البكتيريا المسببة للأمراض على الجسم. ومن بين الأعراض الجانبية الشائعة لاستعمال المضادات الحيوية بالمستشفيات اختلال ميكروبيوم الأمعاء؛ ما يفسح المجال لنمو جرثومة المطثية العسيرة (Clostridium difficile)؛ وتؤدي الإصابة بعدوى هذه الجرثومة إلى أعراض مثل الإسهال والحمَّى والغثيان وألم البطن، وقد تتطور الأعراض إلى أضرار أخطر إن لم تُعالَج علاجاً ناجعاً. ولم يُكشف النقاب عن التأثيرات الأخرى لتغير ميكروبيوم الجسم إلا في الآونة الأخيرة؛[34] إذ وُجدت علاقة بين تلك التغيرات والكثير من الأمراض، على رأسها السمنة والسرطان ومرض التهاب الأمعاء والتهاب المفاصل والتوحد،[35] ولا يزال الطب يكشف لنا يوماً بعد يوم عن التأثيرات الطويلة المدى لها؛ إذ

أظهرت دراسة حديثة أن تعاطي المضادات الحيوية خلال الحمل قد يزيد من فرص إصابة الطفل بعدوى عند الولادة ترافقه حتى عمر 14 عاماً،[36] فيما كشفت تقارير أخرى عن أن تعاطي الأطفال المضادات الحيوية يجعلهم أكثر عرضة للإصابة بالسمنة المفرطة.[37]

النقص في المضادات الحيوية الجديدة

ما دامت مقاومة البكتيريا للمضادات الحيوية ليست ظاهرة حديثة العهد، وما دام كل مضاد حيوي استُحدِث قد صاحبه تطوير البكتيريا لمقاومة له؛ فلماذا لم يتردَّد صدى هذه القضية بهذا القدر من الإلحاح إلا في الوقت الراهن؟ يكمن السبب الرئيسي لذلك في توقفنا عن إنتاج مضادات حيوية جديدة بالزخم نفسه، الذي كنَّا نتتجها به في الماضي؛ ولذا لم نعد قادرين على مجاراة سباق التسلُّح الطويل الأمد بين البكتيريا والمضادات الحيوية، الذي لطالما جاريناه من خلال تطوير مضادات حيوية جديدة ومتطورة بسرعة تفوق سرعة البكتيريا في تطوير المقاومة للمضادات القديمة. وقد أُطلق على الاقتران بين ازدياد مقاومة مضادات الميكروبات، والتراجع في المصادقة على مضادات حيوية جديدة (تراجعت ممَّا يربو على خمسة عشر مضاداً حيوياً في العام، خلال فترة الثمانينيات من القرن الماضي، إلى أقل من ثلاثة كل عام بدءاً من عام 2010) "العاصفة المثالية".[38] وقد تفاقمت حدَّة هذه المشكلة نتيجة لنقص قدرات الابتكار في المضادات الحيوية؛ فلم يعُد بإمكاننا إيجاد فئات كيميائية جديدة كلياً ذات قدرة على مهاجمة الأهداف الجديدة في البكتيريا، وفي الوقت الذي تمر فيه الكثير من أنواع المضادات الحيوية الجديدة بمراحل التطوير الأخيرة لم نجد أي نوع جديد من المضادات الحيوية لعلاج البكتيريا السالبة الجرام منذ اكتشاف مجموعة مركبات كوينولون (quinolones) في عام 1962؛ أي أكثر من 55 عاماً من الانقطاع عن الإنتاج، أما فيما يخص إنتاج المضادات الحيوية، التي تدخل في علاج البكتيريا الموجبة الجرام؛ فقد وصلت فترة الانقطاع إلى أكثر من 30 عاماً منذ المصادقة على الفئة الجديدة من مركبات دبتوميسن (daptomycin)، التي اكتُشفت في عام 1984.

فلماذا حدث ذلك؟ منذ فترة الثمانينيات من القرن الماضي تخلَّت معظم شركات الأدوية عن دورها في توجيه البحوث نحو اكتشاف مضادات حيوية جديدة، ولم يعد يعمل على تنفيذ البحوث الأساسية سوى ثلاث أو أربع شركات من شركات الأدوية الكبرى (على العكس من قطاع تسويق الأدوية الذي اقتحمته شركات أخرى). وقد استفحلت المشكلة نتيجة لسياسات الاندماج وترشيد النفقات، التي قامت بها الكثير من شركات الأدوية، في حين تراجع الاستثمار في اكتشاف المضادات الحيوية نتيجة لأسباب اقتصادية؛ فتكلفة تطوير مضاد حيوي واحد تعدل (أو تفوق) تكلفة إنتاج مجموعات أخرى من الأدوية، بينما يكون العائد المالي الذي تدِرُّه المضادات الحيوية أقل، ويمكن توضيح ذلك بمقارنة عائدات أول عامين من المبيعات لنوعين من المضادات الحيوية الأكثر رواجاً مع عائدات مبيعات الأدوية الأخرى؛[39] فقد بلغت عائدات المضاد الحيوي تيفلارو (Teflaro) 50 مليون دولار، وحقق أفيكاز (Avycaz) 80 مليون دولار. وفي المقابل وصل حجم مبيعات دواء جانوفيا (Januvia) الذي يستخدم في علاج السكري إلى 1400 مليون دولار، وبلغ حجم مبيعات دواء ليريكا (Lyrica) لعلاج الصرع/ مضاد للقلق 1300 مليون دولار. وهنا يكون قرار الإدارة، التي تتحمَّل المسؤولية أمام المساهمين عن تحقيق عائدات على الاستثمار، واحدًا لا يقبل الجدل.

وتُعَدُّ المضادات الحيوية من الأدوية القليلة التي تعالج الأمراض، وليست كغيرها مِمَّا تستعمل في علاج الأعراض (مثل الأدوية التي تؤدي إلى خفض ضغط الدم)، أو إطالة العمر بضع سنوات (مثل الكثير من الأدوية المقاومة للسرطان)؛ فلماذا إذاً تُبخَس أهميتها على هذا النحو؟ يتمثل جزء من الإجابة في طبيعة الأعراض التي تعالجها؛ فيجب مثلاً على المرضى الذين يعانون أعراضاً مزمنة، مثل ارتفاع نسبة الكوليسترول، تعاطي الدواء سنوات طويلة، أو بقية عمرهم؛ ما يضمن للشركات مبيعات ثابتة وطويلة الأجل، بينما لا تزيد فترة العلاج بالمضادات الحيوية في المعتاد على أسبوع واحد أو أسبوعين يتعافى بعدها المريض تماماً، وإذا اعتبرنا حقيقة تعاطي واحد من بين كل شخصين المضادات الحيوية خلال العام الماضي؛ فسندرك ضخامة حجم هذه السوق. ومن حسن الطالع أنه

يمكن علاج معظم أشكال العدوى بالمضادات الحيوية القديمة، غير المحمية ببراءات اختراع، والتي تتسم بشيوعها وتكلفتها المعقولة؛ فلا تزيد تكلفة فترة العلاج كاملةً على 100 دولار. وانخفاض الأسعار على هذا النحو يعني أن السوق لن تسمح بأن يزيد سعر المضادات الحيوية الجديدة الأغلى تكلفة على 1000 دولار يومياً، ومن ثَمَّ لن تزيد التكلفة الإجمالية للعلاج على مدى أسبوعين على 15 ألف دولار. وفي المقابل يمكن أن تتجاوز تكلفة العلاج المقاوِم للسرطان، الذي قد يزيد عمر المريض بضع سنوات 400 ألف دولار للمريض الواحد (مثل علاجات مستقبلات المستضدات الخميرية (CAR-T) الجديدة المقاومة للسرطان)؛ وهنا تكمن الفجوة التي يصعب سدُّها، ولكن من بين التفسيرات الممكنة لها أنه عادةً ما يعيش مرضى السرطان سنوات يسعون خلالها وراء العلاجات الجديدة، ويضخون المزيد من الأموال في العلاج، فيما يُعالَج عادة المرضى المصابون بالعدوى، أو توافيهم المنية سريعاً.

وقد بلغنا مرحلة باتت فيها خزانة الأدوية لدينا فارغة من المضادات الحيوية الجديدة على نحوٍ يُرثى له، ففي عام 2015 كان هناك أكثر من 800 دواء جديد محتمل مقاوم للسرطان قيد التجربة السريرية على البشر، من أول مرحلة للحصول على معلومات عن أمان الدواء، ومروراً بإثبات فاعليته، وانتهاءً باختبار أمانه وفاعليته على نطاق أوسع.[40] أما خط إنتاج المضادات الحيوية؛ فقد كان فقيراً من حيث المنتجات الجديدة المطروحة التي لم يتجاوز عددها ثلاثة وأربعين منتجاً محتملاً.[41]

وما يثير القلق أنه في الوقت، الذي شهد فيه خط إنتاج الأدوية المقاوِمة للأورام، وتيرة استنزاف تقليدية خلال مراحل التجربة السريرية الثلاث (نحو 50٪ أقل من المنتجات في المرحلة الثانية عن المرحلة الأولى، و50٪ جديدة أقل في المرحلة الثالثة)، كان خط إنتاج المضادات الحيوية على العكس تماماً، ففي العام نفسه، كان هناك أحد عشر منتجاً في المرحلة الأولى، وسبعة عشر منتجاً في المرحلة الثانية، وخمسة عشر منتجاً في المرحلة الثالثة؛ الأمر الذي يدق ناقوس الخطر؛ فالإطار الزمني اللازم لإنتاج الأدوية

طويل، ويستغرق من خمس إلى عشر سنوات لينتقل من مرحلة الاختبار الأوليِّ إلى المرحلة التي يصبح فيها دواءً معترَفاً به؛ ما يعني أن عدد المنتجات الموجودة في المرحلة الأولى في الوقت الحاضر يمثل عدد المضادات الحيوية الجديدة التي ستنتج خلال عشر سنوات، وإذا ما طُبِّق معدل الاستنزاف المعتاد، فبحلول عام 2025 لن يكون هناك في مرحلة التجربة الثالثة سوى منتجَينِ أو ثلاثة فقط؛ ولذا فقد آن الأوان لنبدأ، عاجلاً غير آجل، في تزويد خط الإنتاج بالمزيد.

كيف يمكن اكتشاف مضادات حيوية جديدة؟

إذا كان هذا هو واقع الحال؛ فكيف يمكن أن نكتشف مضادات حيوية جديدة؟ هناك طرق عدَّة ممكنة تتنوع ما بين الطرق المجرَّبة والمختبَرة والأساليب الجديدة المبتكَرة التي تعتمد على التكنولوجيا الجديدة.[42]

1- التطوير الرشيد للمضادات الحيوية الحالية

لطالما كان الأسلوب الأنجع، الذي اتُّبع منذ المراحل الأولية لاكتشاف المضادات الحيوية الرئيسية، هو تطوير الأنواع السائدة، ولهذا، لدينا -على سبيل المثال- أجيال كثيرة من مركبات بيتا لاكتام وتيتراسيكلين. وتطور الكيمياء الدوائية يؤدي إلى منتجات مماثلة ذات فاعلية أفضل، وخصائص دوائية أعلى، أو على الأقل يكون لديها القدرة على التغلُّب على آليات مقاومة البكتيريا لها، وقد ساعد ظهور التصميم الجزيئي للدواء على إنتاج مضادات حيوية أكثر تطوراً؛ فيمكن على سبيل المثال استخدام التركيبات البلورية والنماذج الجزيئية في تحديد التعديلات التركيبية في الريبوسوم، التي تنشأ عن التغيرات التي تكسب البكتيريا القدرة على مقاومة مضادات "ماكروليد"،[43] أو "أوكسازوليدينون".[44] ويمكن تصميم منتجات جديدة مشابهة ذات قدرة على تجنُّب الصدامات التجسيمية مع البقايا المتحوِّلة. ومن الأمثلة الحديثة لهذا الأسلوب تطوير مضادات "فانكابتيسين" (vancapticins)، وهي مضادات حيوية جديدة من عائلة "جلايكوببتيد" اشتُقت من

مركب "فانكوميسين" (vancomycin)؛[45] إذ استعاض مبتكرو الدواء عن "فانكاميسين" بمركب بديل صُمِّم ليستهدف الغشاء الخلوي للبكتيريا الموجبة الجرام، مع إزالة التأثيرات في الهدف عن طريق تقليل التفاعلات بالغشاء الخلوي الثديي، في حين يتم تحسين فاعليته بتثبيت المضاد الحيوي في الغشاء البكتيري؛ حيث يوجد هدف الدهون الثنائية (Lipid II) لمركب "فانكوميسين". وقد ساعد هذا الأسلوب الجديد على إنتاج مجموعة كبيرة من المشتقات الجديدة بفاعلية محسَّنة حتى 100 ضعف، وذات مفعول ناجع ضد الكثير من أشكال العدوى الحيوانية.

2- إعادة اكتشاف المضادات الحيوية المتقادمة

العصر الذهبي لاكتشاف المضادات الحيوية[46] هو تلك الفترة التي تمتد من أربعينيات القرن الماضي إلى ستينياته، عندما عكف العلماء على البحث عن المنتجات الطبيعية في العالم ليكشفوا النقاب عن أنواع جديدة من المضادات الحيوية، وينتجوا آلاف المُركَّبات الحديثة. ونظراً إلى كثرة المضادات الحيوية التي كانت تُكتشف آنذاك، لم يلقَ الكثير منها مزيداً من التطوير أو الاختبار، على اعتبار كثرة البدائل الأخرى الواعدة التي كانت متوافرة. أما اليوم، وبعد أن فرغت خزانتنا، فربما يمكننا أن نعيد استكشاف الإرث الذي تركه لنا ذلك العصر؛ لعلنا نجد بدائل نافعة، ولاسيما بعد أن أثبتت التقارير الحديثة جدوى هذه الطريقة من خلال وصف عملية إعادة اكتشاف عقار "أوكتابيتين" (octapeptins)؛[47] فلقد اكتُشفت هذه الفئة من "ليبوببتيد"، التي تماثل في تركيبها مركبات "بوليميكسين" التي تمثل خط الدفاع الأخير، لأول مرة في فترة السبعينيات من القرن الماضي، ولكنها شهدت تجاهلاً كبيراً، غير أن التقارير الأولية كشفت عن خاصية مهمة لها، وهي أنها احتفظت بفاعليتها ضد البكتيريا السالبة الجرام المقاومة لعقار "بوليميسين"، ومع ارتفاع معدل مقاومة "بوليميسين" ابتُكِرت مشتقات مصنَّعة من أوكتابيتين للمرة الأولى، وثبتت فاعليتها ضد سلالات البكتيريا السالبة الجرام المقاومة للأدوية المكثفة،[48] ومن ثَمَّ غدت هذه المنتجات محور تركيز واهتمام برنامج تطوير الكيمياء الدوائية في الوقت الراهن.

3- إعادة توظيف الأدوية القديمة

تُعدُّ القدرة على استخدام دواء موجود بين أيدينا في الوقت الحاضر، وسبق اعتماده في استعمالات طبية معينة، في علاج العدوى البكتيرية مقترحاً مثيراً للاهتمام؛ فنظراً إلى أن هذا الدواء القديم قد مرَّ بجميع مراحل الاختبار والتجربة اللازمة للتأكد من أمان استعماله في علاج البشر؛ فلن يحتاج استعماله في العلاج السريري إلى الفترة ما بين الخمس والعشر سنوات اللازمة لتطوير المضادات الحيوية الجديدة. ومن حسن الطالع أن العلم اكتشف بعض الخصائص المضادة للبكتيريا في الأدوية المقاوِمة للسرطان، ومضادات الفطريات، ومضادات الديدان، وكذا مضادات الالتهاب.[49] ومن أبرز الأمثلة لذلك الدواء المناعي، أسيتات الغلاتيرامر (glatiramer acetate)، وهو عبارة عن مجموعة من مركبات عديد الببتيد الكاتيونية التَصاوُغيَّة التي تُستعمل في علاج تصلُّب الأنسجة المتعدد. وأظهرت الاختبارات فاعليته في سرعة القضاء على الكثير من أنواع البكتيريا السالبة الجرام المسبِّبة للأمراض، وتُعَدُّ اختبارات فاعليته على الأحياء مضمونة.[50]

4- الأساليب القائمة على الأهداف

لقد ركَّز العصر الذهبي للكيمياء الدوائية، الذي امتد من فترة الثمانينيات من القرن العشرين إلى العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، على التصميم الرشيد للأدوية، بدءاً من الأهداف المنعزلة المتعلقة بالأمراض، ولطالما كانت هذه الطريقة ناجعة في الكثير من الاستخدامات العلاجية؛ لكن، للأسف، لا يُعَدُّ اكتشاف المضادات الحيوية واحداً منها؛ فقد فشلت معظم الأساليب القائمة على الأهداف التي كانت ترمي إلى اكتشاف مضادات حيوية جديدة، وهو ما تؤكده نتائج برامج البحوث لدى كلٍّ من شركة جلاكسوسميثكلاين (GlaxoSmithKline)[51] وشركة أسترازينيكا (Astrazeneca).[52] وقد تبدو الأدوية المضادة للبكتيريا من الخيارات المطروحة في مثل هذه الطرق؛ فهي تتضمن مسارات بيولوجية وإنزيمات/ مستقبلات فريدة من نوعها، مقارنة بمثيلاتها الثديية؛ ما يجعل الفرصة سانحة لتطوير مثبطات، أو مستضدات بالغة الانتقائية، وذات

آثار جانبية قليلة، وبرغم أنه يمكن تطوير العقاقير العالية المفعول والانتقائية ضد أهداف معزولة على الأحياء؛ فإنه عند استخدامها لعلاج البكتيريا السالمة تكون الغلبة للآليات الكثيرة التي طورتها البكتيريا لإزالة سُمية هذه العقاقير؛ لكن ثمَّة برامج معدودة لا يزال في إمكانها إحراز تقدم ملموس، مثل تطوير مثبطات LpxC،[53] وهو إنزيم رئيسي في تركيب مكونات الأغشية الأساسية الموجودة في البكتيريا السالبة الجرام، وقد يُساعد وضع قواعد لتصميم الأدوية التي يمكنها اختراق البكتيريا السالبة الجرام ولا تستجيب لمحاولات طرد البكتيريا لها، كتلك الموضَّحة في المطبوعات المهمة الحديثة،[54] على توفير معلومات إضافية من شأنها إنجاح الأساليب القائمة على الأهداف.

5- تنوُّع المنتجات الطبيعية

لقد ابتُكِرت معظم المضادات الحيوية من مصادر طبيعية، وبخاصة المنتجات المضادة للفطريات أو البكتيريا، وعلى رأسها الفطريات الشعاعية،[55] ويُعتقد أن هذه المُستَقلَبات النشطة قد أُنتجت كأسلحة في الحرب بين المتعضيات المجهرية التي تتنافس على الفضاء والغذاء؛ ولهذا فإنها تُنتَج عادةً كمعضيات ثانوية غير ضرورية من خلال المسارات التي يتم تفعيلها عند الضرورة فقط، وقد أظهر تطور الكيمياء الدوائية الحديثة أن اكتشاف المنتجات الطبيعية يستلزم العودة بالتفكير إلى عشرات السنوات من الماضي. أما فيما يخص اكتشاف المضادات الحيوية؛ فقد حُددت المزايا الممكنة، ولم تنجح معظم الحملات الاستكشافية إلا في إعادة اكتشاف المركبات المعروفة، غير أن الفشل في تحديد الأهداف عن طريق البحث في مكتبات الكيمياء التركيبية، وفشل الاستراتيجيات القائمة على الأهداف، وتطوير أساليب جديدة للتعرف إلى المنتجات الطبيعية، قد أدت إلى إنعاش حركة البحث في المنتجات الطبيعية كمصدر لتطوير مضادات حيوية جديدة،[56] ويتمثل أحد الأساليب لذلك في محاولة زرع البكتيريا والفطريات الخفية في المصادر الطبيعية مثل التربة. وتعمل ظروف الزراعة الطبيعية القياسية على نمو جزء من الكائنات المجهرية الموجودة، ومن ثَمَّ، فإن العلم الآن بصدد ابتكار أساليب جديدة للاستفادة من هذا المَورد

المهم.[57] وفي هذا السياق وصفت إحدى المطبوعات المهمة الحديثة عملية اكتشاف أحد المضادات الحيوية الجديدة، تايكسوباكتين (teixobactin)، باستخدام تقنية "Ichip" التي تتيح للبكتيريا البيئية أن تنمو في موقعها الطبيعي.[58] وهذا في حين ينقِّب باحثون آخرون في الأرض عن أنواع من البكتيريا بإمكانها أن تنمو في أماكن غير معتادة -مثل البكتيريا البحرية من أعماق المحيطات، والبكتيريا غير المألوفة من الينابيع الساخنة والمنابع الحرارية، والبكتيريا من البيئات الشديدة الملوحة.[59] ولأن العيضيات الثانوية لا تقبل الاستنفار في المعتاد؛ فتُزرع كائنات دقيقة معها لحثها على تنشيط آلياتها الدفاعية، وإنتاج عضيات جديدة لا يمكن التعرف إليها.[60] وأخيراً، فقد ساعد ظهور الإمكانيات الهائلة وغير المكلِّفة للتسلسل الجيني على إيجاد طريقة للبحث عن الجينومات -التعرف إلى مجموعة جينات مخلقة حيوياً "صامتة" من الكائنات الدقيقة، أو المجتمعات البيئية (الميتاجينوميكس)، والتنبؤ بأنواع من التركيبات التي قد تنتج عنها.[61] ويتضح هذا في عملية الاكتشاف التي لم تعتمد على الزراعة لعائلة المضادات الحيوية المكتشفة حديثاً "مالاسيدين" (malacidins)، وهي ليبوديكاببتيدات ضخمة تنشط ضد البكتيريا الموجبة الجرام المقاومة للأدوية المتعددة.[62]

6- تنوع المواد الكيميائية المصنَّعة

يُعَدُّ تنوع المواد الكيميائية المصنعة مصدراً بديلاً للتنوع الكيميائي؛ فقد عكف الكيميائيون على صنع مركبات لأسباب عدة على مدى ما يربو على 150 عاماً، وتمخَّضت جهودهم عن تسجيل أكثر من ثمانين مليون مركب عضوي في قاعدة بيانات المنتجات الكيميائية لدى دائرة المستخلصات الكيميائية الأمريكية (CAS)، ولم يخضع معظمها لاختبار فاعليتها في مقاومة الميكروبات، فمثلاً من بين 1.3 مليون مركب تحويها قاعدة بيانات ChEMBL، نجد بيانات اختبار مقاومة الميكروبات لنحو 14٪ منها فقط. وقد اختبرت شركات الأدوية الكبرى مجموعاتها الضخمة، ولكن من دون نجاح يُذكَر،[63] ولكنها تعمد في الوقت الراهن إلى ترتيب مجموعات المُركبات لديها وتنسيقها بناءً على

المُركبات التي تتحقق فيها معايير التشابه مع الأدوية، وتهدف هذه القواعد إلى مطابقة الخصائص الكيميائية الفيزيائية للمنتجات التي تضمها المكتبة مع الأدوية المعتمَدة، مع التركيز بوجه خاص على الخصائص التي تلائم إتاحتها في صورة دواء يؤخذ عن طريق الفم.[64] وتتطلب هذه العملية إبقاء المواد بحجم صغير (يجب أن يكون وزن الجزيئات أقل من 500)، وأُلفة دهنية متوسطة (يجب أن يكون مُعامل التقاسم cLogP أقل من خمسة). بيد أن المضادات الحيوية المعتمَدة تشغل حيزاً كيميائياً مغايراً لمعظم الأدوية؛[65] فهي عادةً ما تكون أكبر حجماً، وتكون قيم معامل التقاسم cLogP للمضادات التي تقاوم البكتيريا السالبة الجرام أقل، ويعكس كبر حجمها أصل المنتَج الطبيعي، ويعني ذلك ضرورة استعمال الجرعات الوريدية لحالات العدوى التي تهدد الحياة. وعلاوةً على ذلك يكون للكثير من المضادات الحيوية خصائص كيميائية تفاعلية (مجموعات لاكتام في عائلة مركبات بيتا لاكتام، ومجموعة إبوكسيد (epoxides) في عائلة فوسفوميسين وميوبيروسين (fosfomycin and mupirocin)، وكلوروميثيل كيتون (chloromethyl ketone) في عائلة كلورافينيكول chloramphenicol)؛ الأمر الذي قد يؤدي إلى إهمال سلسلة المُركبات في أي برنامج كيمياء دوائية حديث، بسبب مؤشرات السُّمية المحتملة.

وفي سبيل اكتشاف التنوع الكيميائي الجديد يجب علينا أن نعتمد نهجاً جديداً يتفادى القواعد والقيود التي تضعها برامج تطوير الأدوية القياسية؛ وقد أدى هذا إلى إطلاق مبادرة عامة لحشد الطاقات تحت اسم "مجتمع الاكتشاف الواسع للأدوية المضادة للميكروبات" (CO-ADD)،[66] وتوفر هذه المبادرة، بدعم من (Wellcome Trust)، الاختبار المجاني ضد خمسة أنواع بكتيرية مسبِّبة للمرض، ونوعين من الفطريات المسبِّبة للمرض للجهات الأكاديمية المتعاونة، ويحتفظ مقدمو الخدمة بجميع الحقوق الخاصة بالعقاقير التي تخضع للاختبار، من دون أي التزام عليهم سوى نشر التركيبات الدوائية والنتائج التي توصلوا إليها في قاعدة بيانات تكون متاحة للجميع في غضون عامين. وقد لاقى هذا البرنامج نجاحاً هائلاً، وبلغ عدد المُركَّبات التي خضعت للاختبار في إطار البرنامج خلال ثلاثة أعوام أكثر من 200 ألف مركب،[67] وكان أكثر من 90٪ من المركبات

التي اختبرت إما جديدة تماماً (لم ترد أي إشارة سابقة إليها)، وإما معروفة، ولكنها خضعت للاختبار للتأكد من فاعليتها ضد الميكروبات؛ ومِمَّا يدعو إلى التفاؤل أن معدل النجاح قد تجاوز عشرة أضعاف اختبار مكتبة الأدوية التجارية.

الطرق العلاجية التي لا تعتمد على المضادات الحيوية

لا شك أننا نواجه أزمة حقيقية في المضادات الحيوية، غير أن انتشار مقاومة مضادات الميكروبات لا يعني ضرورة الاعتماد على المضادات الحيوية وحدها لحل الأزمة؛ فهناك طرق بديلة يمكن من خلالها علاج العدوى البكتيرية، وقد استُخدِم بعضها على مدى عقود خلت،[68] ولكنَّ نجمها بدأ يلمع من جديد في السنوات الأخيرة.[69]

1- مثبطات المقاومة

مثبطات المقاومة، التي يُطلق عليها "المواد المساعدة للمضادات الحيوية"، أو "مؤيدات المضادات الحيوية" أيضاً، هي مُركبات لا تنتمي إلى عائلة المضادات الحيوية يمكن استعمالها مع المضادات الحيوية لاستعادة الحساسية لدى الأنواع التي تقاومها.[70] وأبرز مثال لذلك مثبطات بيتا لاكتام (BLIs)، التي تُستعمل مع المضاد الحيوي "بيتا لاكتام" لمنع انحلاله بفعل إنزيمات بيتا لاكتام التي تنتجها البكتيريا المقاومة لمادة لاكتام. وقد ثبتت فاعلية الكثير من التركيبات في العلاج، بدءاً من أول عقار من مثبطات بيتا لاكتام، حمض الكلافولانيك (clavulanic acid)، وهو عبارة عن مركب بيتا لاكتام ليس له مفعول المضاد الحيوي، استُحدث في فترة السبعينيات من القرن الماضي.[71] وفي الآونة الأخيرة تم تطوير أفيكاز Avycaz (تركيبة من عقار سيفالوسبورين سيفتازيديم cephalosporin ceftazidime من الجيل الثالث، ومثبط جديد من مثبطات بيتا لاكتام، وهو أفيباكتام avibactam). وثمَّة اهتمام متزايد بالبحث عن مركبات أخرى يكون لها تأثيرات مماثلة عند استعمالها جنباً إلى جنب مضادات حيوية أخرى،[72] وإن كان هناك اهتمام

خاص باختبار تركيبات الأدوية المعتمدة التي لا تنتمي إلى عائلة المضادات الحيوية مع المضادات الحيوية.[73] وتركِّز شركة هيبرباي ثيرابيوتيكس (Helperby Therapeutics) على هذا النهج، وتشاركها فيه المؤسسة الخيرية أنتيبيوتك ريسرش يو كيه (Antibiotic Research UK (ANTRUK)، فيما تدرس شركة[74] سبيرو ثيرابيوتيكس (Spero Therapeutics) منتجات مشابهة من بوليميكسين الخامل لزيادة مدى وتحسين فاعلية أكثر من أربعة وعشرين مضاداً حيوياً ضد أنواع البكتيريا السالبة الجرام المقاومة له.

2- الأجسام المضادة

العلاجات التي تعتمد على البروتين، ولاسيما الأجسام المضادة وحيدة النسيلة (mAbs)، هي أدوية تتزايد أهميتها يوماً بعد يوم في الكثير من الاستعمالات الطبية، وتركز البحوث الجديدة جهودها على توظيف تكنولوجيا الأجسام المضادة ضد الأمراض المعدية عن طريق استهداف السموم التي تنتجها البكتيريا للحد من آثارها الخطرة، أو عن طريق استهداف البكتيريا نفسها من أجل قتلها.[75] وعلى سبيل المثال يستهدف عدد من مضادات المكورات العنقودية، مثل حمض التيكويك الدهني (lipoteichoic acid)، المستضدات الملتصقة بسطح العنقودية الذهبية، ويؤدي الارتباط إلى زيادة البلعمة بفعل الطاهية (opsonophagocytosis)؛ إذ تبتلع البلاعم البكتيريا الملتصقة بالأجسام المضادة. وتستهدف الأجسام المضادة الوحيدة النسيلة الأخرى عوامل الفوعة التي تُفرز، وبخاصة سموم ألفا (alpha-toxin) للعنقوديات الذهبية، وسموم A وB للمطثيات العسيرة، وهي أمثلة للتمنيع السلبي؛ إذ توفر الأجسام المضادة الخارجية مناعة مؤقتة؛ وذلك على العكس من المناعة الإيجابية التي تنتج الأجسام المضادة خلالها استجابة للمستضدات، التي تعمل كلقاح؛ وللعلم فإن عدداً من هذه الطرق العلاجية قيد التجربة السريرية في الوقت الحاضر.

ومن الطرق الأكثر تقدماً للعلاج بالأجسام المضادة استخدام مترافقات أدوية الأجسام المضادة (ADCs)، حيث يقترن الجسم المضاد بحمولة من المضادات الحيوية، ويفرِّغها في البكتيريا، وتُستخدم هذه الاستراتيجية على نطاق واسع في أدوية علاج الأورام، ولكن لم يبدأ بحث جدواها في العلاجات المضادة للبكتيريا سوى مؤخراً، وقد نشرت شركة جينتك (Genentech) بحثاً تستعرض فيه جهود الشركة لتطوير مترافقات أدوية الأجسام المضادة التي تهدف إلى مكافحة المكورات العنقودية الذهبية.[76]

3- العلاج بالعاثِيَّات

ليس العلاج بالعاثيات وليداً جديداً، بل كان موجوداً قبل اكتشاف البنسلين.[77] والعاثيات التي تتغذى على البكتيريا، التي اكتُشفت لأول مرة في عام 1915، هي فيروسات تهاجم أنواعاً معينة من البكتيريا، والمعنى الحرفي لاسمها هو آكلات البكتيريا. وقد انتشر العلاج بالعاثيات، أي استخدام أطوار من الفيروسات الطبيعية للقضاء على البكتيريا في حالة العدوى، في الاتحاد السوفييتي السابق وفي دول أوروبا الشرقية، وربما يكون من أسباب ذلك عدم توافر المضادات الحيوية هناك خلال فترتي الأربعينيات والخمسينيات من القرن العشرين.[78] وقد استمر البحث في العلاج بالعاثيات، بما في ذلك التجارب السريرية، على مدار عقود في معاهد كثيرة، وعلى رأسها معهد إليافا (Eliava Institute) في تبيليسي بجورجيا، ومعهد المناعة والعلاج التجريبي (Institute of Immunology and Experimental Therapy) في روكلو ببولندا، ولا شك أن العلاج بالعاثيات علاج ناجع، ولكن الخصوصية البكتيرية للعاثيات تعني ضرورة تطوير مجموعات متنوعة لتشمل أشهر السلالات من أنواع البكتيريا المحددة. ومن منظور تطوير الأدوية الحديث تمثل الصعوبة في توفير علاجات قياسية، ذات خواص مميزة، ويمكن إنتاجها باستمرار، عقبة كبيرة. ويلقى هذا النوع من العلاج قبولاً واسعاً في الوقت الراهن في بقية بلدان العالم بالاستفادة من التطورات الجديدة، مثل العاثيات المعدلة بيولوجياً، أو بالاعتماد على الإنزيمات المعزولة التي تتسبب في تحلل البكتيريا (العاثيات الحالَّة)، ويُنفذ في الوقت الراهن تجارب سريرية تجريها

شركات مثل أمبليفي بيوسينسيز كوربوريشن (AmpliPhi Biosciences Corporation) التي تختبر نوعاً من العاثيات المفترسة، وشركة كونترافيكت (ContraFect) التي تجري تجارب على نوع من العاثيات الحالَّة.

4- تعديل المناعة

جهاز المناعة هو عنصر مهم في استجابة الجسم للعدوى؛ فبإمكانه السيطرة على مسببات الأمراض، ومنعها من إحداث العدوى؛ كما يساعد على تحلُّل أشكال العدوى التي تعالجها المضادات الحيوية. وتعمل العلاجات بتعديل المناعة التي تواجه المضيف على الاستفادة من الآليات الطبيعية لديه لتقوية مناعة مضادات الميكروبات.[79] وقد استُخدمت هذه الطريقة في علاج العدوى الفيروسية؛ إذ يستعمل العلاج بالإنترفيون لتحفيز استجابة الجهاز المناعي. وقد حددت البحوث عدداً من المسارات المحتملة التي يمكن تعديلها لعلاج العدوى البكتيرية، ومن تلك الطرق تنشيط المستقبلات المناعية الطبيعية التي تحفز استجابة الجهاز المناعي باستخدام جزيئات صغيرة تستهدف، على سبيل المثال، المستقبلات التي تشبه "تول" (toll-like receptors) ومستقبلات NOD. أما شق التركيز الرئيسي الآخر؛ فهو التعديل المناعي للببتيدات الدفاعية للمضيف، وهي الببتيدات الطبيعية المضادة للميكروبات (AMPs)، وتُنتج هذه الببتيدات، مثل α-defensins، عن طريق الخلايا المناعية الطبيعية مثل كريات الدم البيضاء، والخلايا الظهارية، ومع أنها لها مفعول مباشر في قتل البكتيريا، يبدو أنها توفر كذلك مناعة مضادة للميكروبات عن طريق تحفيز، و/ أو تنظيم استجابة الجهاز المناعي، ويعكف العلماء حالياً على تطوير أنواع مصنَّعة، واختبارها في التجارب السريرية.

5- تعديل الميكروبيوم

أصبح هناك إدراك متزايد لما لمجموعة البكتيريا التي تعيش على الجسم البشري وبداخله، التي تعرف باسم "الميكروبيوم"، من تأثير هائل في صحة البشر بعيداً عن

التأثيرات المعروفة للبكتيريا المسببة للأمراض.[80] وفي الوقت الراهن أصبحت الاختلافات في تكوين مجموعات من البكتيريا التكافلية والطفيلية المطاعمة والمسببة للأمراض،[81] وبخاصة في الأمعاء، مقترنةً بمجموعة من التأثيرات الصحية الأيضية والمناعية والعصبية،[82] وحتى يتسنَّى علاج العدوى تُجرى بحوث جادَّة في الآونة الحالية حول طرق تعديل الميكروبيوم من أجل تعزيز نمو البكتيريا الطفيلية المطاعمة على حساب البكتيريا المسببة للأمراض.[83] وتتضمن هذه الطريقة استخدام البروبيوتيك؛ وهي كائنات حية دقيقة "تمنح المضيف منافع صحية إن أُعطيت له بكميات كافية" (وفق تعريف منظمة الصحة العالمية)، وأكثر هذه العلاجات تطوراً هو استخدام العلاج بما يُدعى "زرع البراز" مع حالات العدوى الخطرة بالمطثيات العسيرة. وعادةً ما تحدث الإصابة بهذه العدوى المَعِدِية المعوية في المستشفيات للمرضى الذين اختلت لديهم النبيتات البكتيرية المعوية بفعل العلاج بالمضادات الحيوية، وتتنوع أعراض الإصابة بهذه العدوى من الإسهال الخفيف إلى التهاب القولون الذي يهدد الحياة. وتتم عملية زرع البراز عن طريق أخذ عينة براز من متبرع سليم، وغرسها في القناة الهضمية للمستقبل، لتعيد تعبئة الأمعاء بميكروبيوم طبيعي.[84] وقد أظهر عدد من التقارير أن هذه الطريقة قد حققت نجاحاً ملحوظاً مع الحالات التي كان يصعب علاجها، برغم أن التجربة السريرية الأولى الواسعة النطاق التي أجرتها شركة سيريز ثيرابيوتيكس (Seres Therapeutics) لم تُكلَّل بالنجاح.[85] ومن الطرق الأخرى استخدام أبواغ غير مسببة للتسمم من المطثيات العسيرة لطرد المطثيات العسيرة المنتجة للسم التي تتسبب في الأعراض الخطرة.

التدابير الوقائية

تتمثل إحدى طرق تقليل الحاجة إلى المضادات الحيوية في منع حدوث العدوى أولاً وقبل كل شيء، ومن المزايا الرئيسية لهذه الاستراتيجية أنها لا يعنيها إذا ما كانت البكتيريا مقاومة للمضاد الحيوي أم لا، والوقاية الناجعة من شأنها تقليص الحاجة إلى

علاج حالات العدوى، ومن ثَمَّ تخفيف الضغوط التي تتعلق بمقاومة المضادات الحيوية، وانحسار الحاجة إلى تطوير مضادات حيوية جديدة.

1- زيادة الاهتمام بالنظافة الشخصية

يعدُّ الاهتمام بالنظافة الشخصية إحدى الاستراتيجيات، التي يُروج لها على نطاق واسع في سبيل الحد من العدوى البكتيرية؛ ذلك أنها لا تتطلب استثمارات كبيرة، وتتسم بسهولة تنفيذها وتطبيقها في مختلف البيئات بدءاً من المستشفيات الأكثر تطوراً، وانتهاءً بالمناطق الريفية البسيطة للبلدان ذات الدخل المنخفض. ومن أكثر الطرق شيوعاً في ذلك إطلاق حملات التوعية للاهتمام بالنظافة الشخصية، ولاسيما بين العاملين في مجال تقديم خدمات الرعاية الصحية. وقد كشفت الدراسات عن انخفاضٍ هائل في عدد حالات العدوى التي تنتقل إلى المرضى في المستشفيات بعد حملات التوعية التي دعت إلى ضرورة العناية بالنظافة الشخصية في المستشفيات، والتي استهدفت العاملين في مجال تقديم خدمات الرعاية الصحية[86] والمرضى على السواء.[87] وعقب تنفيذ برنامج توعية عبر شبكة الإنترنت لتوعية الكبار والبالغين حول الطرق الصحيحة لغسل اليدين، والذي كان في إطار دراسة أجريت على مدى ثلاث سنوات شارك فيها 20 ألف بريطاني بالغ، تراجعت أمراض الجهاز التنفسي الحادة، وأمراض الإنفلونزا، والأمراض المعِدِيَّة المعوية، تراجعاً ملحوظاً.[88] وفي عام 2017 أطلقت منظمة الصحة العالمية حملة "أنقِذ حياتكَ وحياة الآخرين: اغسل يديك"[89] تحت شعار "مكافحة مقاومة المضادات الحيوية بيديك".[90] وهذا في حين دُشِّنت برامج توعية عالمية في البلدان ذات الدخل المنخفض ركزت على أهمية استعمال الصابون في غسل اليدين.[91]

وثمَّة حملات ضخمة أخرى للعناية بالنظافة تحتاج إلى استثمارات كبيرة، مثل جهود تطوير البنية التحتية لتوفير مياه نقية، وتحسين مرافق الصرف الصحي. ولا تقتصر المنافع التي تجلبها هذه البرامج على الحد من العدوى البكتيرية فحسب، بل تساعد كذلك

على تقليل العدوى الفيروسية التي توصف المضادات الحيوية خطأً لعلاجها من دون ضرورة طبية.[92]

2- اللقاحات

يُعَدُّ التطعيم الفاعل ضد العدوى من أبرز استراتيجيات الوقاية من انتشار العدوى وتقليص الحاجة إلى استعمال المضادات الحيوية في علاجها؛ إذ ثبتت فاعلية اللقاحات في الوقاية من التهاب السَّحايا الدماغية (الذي تسببه بكتيريا النيسرية السحائية)، وعدوى المكورات الرئوية (التي تسببها العقدية الرئوية)، علماً بأنها تستعمل على نطاق واسع. ويؤكد توافر اللقاحات، وكذا البحث المتواصل عن لقاحات جديدة، أن الموارد الاقتصادية هي التي تمنع شركات الأدوية من الاستثمار في المضادات الحيوية، وليس الدواعي المرضية؛ فقد تجاوزت حصيلة المبيعات العالمية في عام 2016 من لقاح المكورات الرئوية الشهير، بريفنار (Prevnar)، 6 مليارات دولار. وبسبب ضخامة حجم هذه السوق تعكف الكثير من الشركات على تطوير لقاحات جديدة يمكنها أن تستهدف شريحة أكبر، وتهدف إلى ابتكار لقاحات للعدوى البكتيرية، مثل المكورات العنقودية الذهبية.[93] ونظراً إلى أن الاستجابة المناعية تتحفز باستهداف اللقاح لنوع واحد من البكتيريا؛ فلهذه اللقاحات دور مهم في الحفاظ على الميكروبيوم المطاعم، وحمايته من الأضرار الجانبية التي تتسبب فيها المضادات الحيوية؛ غير أن لهذه الميزة الانتقائية جوانب ضعف تلازمها؛ فمن الصعب ابتكار لقاح يوفر الوقاية ضد جميع سلالات الأنواع البكتيرية (لقاح بريفنار، على سبيل المثال، ساعد في أول استخدامه على الوقاية من سبعة أنواع من عدوى المكورات الرئوية، ثم تطور ليقي من ثلاثة عشر نوعاً، بينما يستهدف لقاح نيوموفاكس (Pneumovax) ثلاثة وعشرين نوعاً من البكتيريا)؛ الأمر الذي يعني ضرورة ابتكار لقاحات مختلفة لعلاج أنواع مختلفة من البكتيريا، وفي مرحلة معينة سيكون هناك حدٌّ لعدد اللقاحات التي يمكن للمريض (أو أحد والدَي طفل رضيع) أن يتلقاها. وتمثل زيادة المقاومة للِّقاحات المستعملة بين بعض شرائح السكان، والتي ترجع بشكل كبير إلى الإصابة بالتوحُّد، عاملاً آخر من العوامل التي قد تحدُّ من فاعلية استخدام

اللقاحات. واللافت للنظر أنه في الوقت الذي يزداد الاعتراف بدور اللقاحات في خفض معدلات المقاومة،[94] فقد أشارت بعض الدراسات إلى أن استخدام اللقاحات يعمل على زيادة مقاومة سلالات البكتيريا التي لم تكافحها اللقاحات.[95]

استراتيجيات لمنع تطور المقاومة

1- الرقابة

مراقبة مضادات الميكروبات هي برامج تهدف إلى تحسين طرق استعمال المضادات الحيوية، عن طريق الحد من استعمالها من دون ضرورة، أو عن طريق استخدام -كلما أمكن- مضادات حيوية أفضل وذات مفعول أقوى؛ وذلك من أجل تقليل الاستخدام الانتقائي الذي يتسبب في زيادة معدلات المقاومة، علماً بأنه يمكن تنفيذ برامج المراقبة في المجتمع؛ لتستهدف المرضى المحتملين، أو في منظومات الرعاية الصحية؛ لتركز على من يصفون المضادات الحيوية للاستعمالات الطبية.

وقد نُشرت دراسة تصف الأساليب، التي تستخدمها برامج مراقبة مضادات الميكروبات في المستشفيات، عام 2013.[96] فيما سلَّط أحد المقالات الصحفية الضوء على أهمية العلوم السلوكية في تنفيذ برامج مراقبة مضادات الميكروبات، ونشرت هيئة الصحة العامة بإنجلترا ملخصاً وافياً للتحليلات السلوكية لاستخدام المرضى المضادات الحيوية، وعادات وصف المضادات الحيوية لدى جهات الرعاية الأساسية والثانوية، تضمَّن مقترحات بالتدخلات الممكنة.[97] وفي عام 2015 استحدثت هيئة الخدمات الصحية الوطنية (NHS) بإنجلترا نظام الجودة والابتكار (CQUIN) في وصف المضادات الحيوية (AMR-CQUIN)، الذي ألزم المستشفيات مراقبة استهلاك المضادات الحيوية، وتقديم بيانات عنها، وألزمها أيضاً الحد من استخدام المضادات الحيوية بمعدل 1٪ أو أكثر مقارنة بالبيانات المرجعية لعامي (2013/ 2014)، مع تقديم حوافز مالية لمن يستوفي تلك الاشتراطات. وأثبتت دراسة أجريت في عام 2018 جدوى هذه الطريقة، المتمثلة في زيادة

مستوى مراقبة مضادات الميكروبات في المستشفيات؛ إذ قلَّ استعمال المضادات الحيوية في نحو نصف عدد المستشفيات، مع انخفاض أكبر في نوعين من الأدوية الواسعة المدى كان يُفرط في استعمالهما، وهما بيبيراسيلين/ تازوباكتام (piperacillin/tazobactam)، وكاربابنيم (carbapenem).[98]

وركز تحليل إحصائي، أجري في عام 2017، على التحقق من تطوير برامج مراقبة مضادات الميكروبات وتنفيذها في أقسام الطوارئ؛ وذلك بالبحث في ثلاث وأربعين دراسة.[99] وخلص التحليل إلى أن تدخلات مراقبة مضادات الميكروبات في أقسام الطوارئ قد تؤدي إلى تحسين رعاية المرضى، وتقليل استعمال مضادات الميكروبات، ولكن يلزم إجراء تجارب أدق. وبحث تحليل إحصائي آخر في تأثير مراقبة مضادات الميكروبات في الإصابة بالعدوى واستيطانها في مرضى المستشفيات، وكشف عن وجود انخفاض في حالات الاستيطان بالبكتيريا السالبة الجرام المقاومة للأدوية المتعددة، والبكتيريا السالبة الجرام المنتجة لإنزيمات بيتا لاكتامز الواسعة المدى، والمكورات العنقودية الذهبية المقاومة لعقار ميثيسيلين (methicillin) (51٪، و48٪، و37٪ على التوالي)،[100] إضافة إلى تراجع بنسبة 32٪ في حالات العدوى بالمطثيات العسيرة. ويبدو أن لهذه الاستراتيجيات أثراً ناجعاً؛ ومن ثَمَّ يجب الحرص الدائم على تنفيذها.

ويوجد توجُّه متزايد نحو التركيز على البرامج العامة، التي ترمي إلى زيادة الوعي بمقاومة ميكروبات المضادات، والدور المهم لعامة الجمهور في التقليل من استخدام المضادات الحيوية؛ وذلك من خلال الحملات الدعائية، مثل الأسبوع العالمي للتوعية بالمضادات الحيوية، وهو حملة عالمية تُقام في شهر نوفمبر من كل عام.[101] وتركز هذه الفعالية، التي تُنفَّذ تحت إشراف منظمة الصحة العالمية، على المبادرات التي تهدف إلى زيادة الوعي بمراقبة استخدام المضادات الحيوية. وفي النمسا أطلقت مؤسسة NPS MedicineWise، وهي مؤسسة غير ربحية تموِّلها وزارة الصحة، حملة دائمة لزيادة الوعي، واستخدمت الحملات الاجتماعية للتشجيع على "التصدِّي للمقاومة"، وتضمنت

حزمة من الإعلانات التلفزيونية،[102] واشتملت تلك الجهود على رعاية مسابقات للأفلام القصيرة تهدف إلى بث مقاطع فيديو تسلط الضوء على مخاطر المقاومة في مهرجان تروب فيست (Tropfest) في عام 2015،[103] ومسابقة حافظ على الطاقة (Preserve the Power) في عام 2018 (ساعد على الوقاية من الميكروبات).[104] ومن الجهود الأخرى فيلم خيالي قصير تدور أحداثه حول أب وابنته فُرض عليهما الحجر الصحي في منزلهما في عالم ما بعد المضادات الحيوية، والفيلم يحمل عنوان "CATCH".[105]

2- التشخيص

تتمثل الطفرة العلمية، التي سيكون لها التأثير الأكبر في الحد من استعمال المضادات الحيوية في المستقبل القريب، في تطوير واستخدام آلية للتشخيص السريع تؤكد وجود البكتيريا، أو عدم وجودها، وتميِّز بفاعلية بين العدوى البكتيرية، والعدوى الفيروسية. وقد سُلِّط الضوء على أهمية ابتكار مثل هذه الآلية من خلال تقارير بريطانية أعدَّها لورد أونيل (Lord O'Neill) تحت عنوان "التشخيص السريع: وقف الاستخدام غير الضروري للمضادات الحيوية".[106] واعتُرف بها من خلال استحداث جائزتين خاصتين لتشجيع البحوث التي تهدف إلى ابتكارها؛ والجائزتان هما جائزة لونجتيود (Longitude) بقيمة 10 ملايين جنيه إسترليني،[107] وتحدِّي تشخيص مقاومة مضادات الميكروبات بقيمة 20 مليون دولار،[108] في إطار جهود مشتركة بين المعاهد الوطنية للصحة بالولايات المتحدة الأمريكية، ومكتب مساعد وزير التأهب والاستجابة في وزارة الصحة والخدمات البشرية (ASPR).[109]

ويمكن أن يساعد التشخيص السريع أيضاً على إنقاذ الأرواح في حالات العدوى الحادَّة مثل تعفُّن الدم، عندما تكون كل ساعة مهمة؛ ذلك أن الاختبارات الحالية لاكتشاف وجود البكتيريا في الدم تتطلب إجراء زراعة لعينة من الدم لمدة أربع وعشرين ساعة كخطوة أولى قبل البدء بالأساليب الحديثة، مثل قياس الطيف الكلي أو التسلسل.[110] ويمكن جني المزيد من المنافع إذا نجحت الاختبارات في تحديد نوع البكتيريا، ومدى

مقاومتها؛ إذ يتيح ذلك استخدام المضاد الحيوي الملائم من بداية العلاج، بدلاً من أسلوب التجربة والخطأ المتَّبع حالياً، والأهم أن مثل هذه الاختبارات سوف تدخر المضادات الواسعة المدى لاستخدامها في حالات الضرورة فقط، بدلاً من وصفها على أساس "الاطمئنان" فقط.

بيد أن للتشخيص الجزيئي السريع تبعات على مراقبة مضادات الميكروبات، حيث طُبقت مجموعة من برامج الرقابة التشخيصية، ومراقبة مضادات الميكروبات؛ فقد كانت "الرقابة التشخيصية ضرورية لإجراء فحوص سريرية، وتوجيه الاختبارات إلى المرضى المناسبين، وكانت مراقبة مضادات الميكروبات لازمة لضمان اتخاذ الإجراء العاجل الملائم لتحويل نتائج الاختبارات التشخيصية في المختبر إلى نتائج سريرية مطورة"،[111] ولكن لا بد من إبراز المزايا المالية للتشخيص السريع لضمان استخدامها على نطاق واسع متى أصبحت متوافرة.

3- الاستخدام المتناوب للمضادات الحيوية

يعدُّ التبديل بين المضادات الحيوية المختلفة من الاستراتيجيات الممكنة للحد من تطور المقاومة، وإطالة العمر الافتراضي للمضادات الحيوية الحالية، وإنعاش مفعول المضادات الحيوية المتقادمة.[112] وقد اقتُرِح كاستراتيجية محتملة على المدى البعيد (من شهور إلى عامين)، وعلى فترات أقصر، خلال مدة علاج المريض، وقد استخدِمت الطريقة الأخيرة بالتبديل بين نوعين من المضادات الحيوية خلال العلاج من أجل تثبيط تطور المقاومة مرة أخرى، مع تجنب التسمم المصاحب للعلاج بالتركيبات الدوائية التقليدية في الدراسات المختبرية للحد من تطور المقاومة.[113] ومن الأشكال الأكثر تقدُّماً للعلاج بهذه الطريقة استخدام نوعين من المضادات الحيوية؛ إذ تعمل المقاومة المكتسبة ضد أحد المضادات الحيوية على جعل الميكروبات سريعة التأثر بمضاد حيوي آخر؛ ويعرف ذلك باسم "التبديل بفعل الآثار الجانبية". وقد عُنِيت دراسة مختبرية ببحث المقاومة التي يتسبب فيها ثلاثة وعشرون دواءً، وحددت مئات من التركيبات الدوائية المحتملة، وقد اختبرت

التركيبة الأجدى منها، جنتاميسين وسيفوروكسيم (gentamicin and cefuroxime)، بالاستخدام المتناوب، مع اختيار النظام العلاجي المركب بحسب مقاومة كل دواء.[114] وإذا ما طُبِّقت هذه الطريقة في العلاج السريري؛ فسوف تكون لها آثار هائلة في وضع حدٍّ لتقادم المضادات الحيوية.

وعلى المدى البعيد يُستعمل مضاد حيوي بعينه مع جميع المرضى الذين هم بحاجة إلى العلاج لفترة زمنية معينة، وهنا يُستحدَث مضاد حيوي جديد، ويفضَّل أن يكون بخصائص مختلفة لتحفيز المقاومة. وقد أوضح تقرير صدر عام 2018 نتائج اختبارات عشوائية للتجارب السريرية لهذه الطريقة في وحدات عناية مكثفة معينة، مع التبديل بين الأدوية لمدة ستة أسابيع. وقد عُقِدت مقارنة بين طريقة التناوب والتبديل في استخدام المضادات الحيوية مع المرضى الذين يخضعون لعلاج متتابع.[115] وللأسف كشفت الدراسة عن أن التناوب لم يحدَّ من تفشي البكتيريا السالبة الجرام المقاومة للمضادات الحيوية، واقترحت إمكانية استخدام طريقة التناوب على المستوى الوطني أو الدولي، غير أن صعوبة التنسيق إلى جانب متطلَّبات السفر المتواصل بين بلدان العالم تضع العقبات أمام تنفيذها.

4- العلاج المركَّب (أكثر من دواء)

العلاج المركب هو استخدام نوعين أو أكثر من الأدوية بآليات مختلفة، وهو طريقة مستخدَمة على نطاق واسع في علاج الأمراض المُعدية، وبخاصة في العلاجات المضادة للفيروسات، إلا أنه ما زال يستخدَم على نطاق ضيق في علاج العدوى البكتيرية،[116] فيما عدا بعض الاستعمالات الطبية المحدودة، مثل علاج السل المقاوم للأدوية المتعددة. وترمي الكثير من الدراسات إلى بحث جدوى العلاج المركب،[117] وإن كان العائق الوحيد أمامها يتمثل في أن عدد التركيبات الممكنة، التي يمكن اختبارها من دون إشارة واضحة فيما يخص آليات العمل، قد تكون متآزرة.[118] وكما هي الحال مع التبديل بين الأدوية،

يمكن الحصول على أفضل النتائج عندما تزيد المقاومة المكتسَبة لأحد الأدوية من سرعة تأثر البكتيريا بالأدوية الأخرى، وقد حُدد الكثير من الأدوية المتآزرة من خلال التجارب المختبرية،[119] ولكن لا يتوافر، حتى وقتنا الراهن، سوى عدد محدود من الدراسات السريرية التي تؤيد استخدامها.

مبادرات لمواجهة مقاومة ميكروبات المضادات

نشر أكثر من أربعين دولة وهيئة دولية وثائق استراتيجية تسلط الضوء على التهديدات الخطِرة، التي قد تنجم عن مقاومة مضادات الميكروبات، وتقترح استراتيجيات للمساعدة على مواجهة المشكلة، ولكن، للأسف، لم يتمخَّض عنها الكثير من الإجراءات، مثل ضخ المزيد من التمويل في مجال البحوث، ولا يزال الكثير من الجهود يدور حول تطوير برامج المراقبة التي ترمي إلى تحديد نطاق المشكلة تحديداً دقيقاً، بدلاً من تقديم الحلول للمشكلة نفسها، ومع هذا، فهناك عدد من المبادرات التي تركز على تطوير مضادات حيوية جديدة نستعرضها فيما يأتي:

1- مبادرة الأدوية المبتكرة - أدوية جديدة للميكروبات الخطرة (IMI ND4BB)

يندرج الكثير من المبادرات الطويلة المدى ضمن مجموعة برامج الاتحاد الأوروبي التي تنظمها مبادرة الأدوية المبتكرة، ويطلق عليها كافة "أدوية جديدة للميكروبات الخطرة" (www.nd4bb.eu).[120] وقد أُسِّست هذه الشراكة الأوروبية بين القطاعين العام والخاص من أجل وضع استراتيجيات جديدة لمواجهة مقاومة المضادات الحيوية مع العلم بأنها تتألف من عدد من البرامج من بينها:

- برنامج TRANSLOCATION (أساس جزيئي لنفاذية الجدار الخلوي للبكتيريا)، ويعنى بفهم الآليات الجزيئية التي تنفُذ من خلالها الأدوية إلى البكتيريا السالبة الجرام، وتخرج من خلالها.

- برنامج ENABLE (المحرك الأوروبي لمضادات البكتيريا السالبة الجرام)، وهي منصة لاكتشاف الأدوية المضادة للبكتيريا طُوِّرت خصيصاً لاكتشاف الأدوية المضادة للميكروبات الفاعلة ضد البكتيريا السالبة الجرام.

- برنامج COMBACTE (مكافحة المقاومة البكتيرية في أوروبا)، ويتضمَّن إجراء تجارب سريرية، وتأسيس شبكات مستدامة لتحسين التقييم العلمي لمضادات الميكروبات الجديدة في أوروبا.

- برنامج DRIVE-AB (تشجيع الاستثمار في البحث والتطوير والاستخدام المسؤول للمضادات الحيوية)، ويهدف إلى تقييم الأعباء الحالية والمستقبلية لمقاومة مضادات الميكروبات، من منظور صحي وآخر اقتصادي للمشكلة، ووضع استراتيجيات ابتكارية، واختبارها، وتقديم التوصيات بشأنها، واستحداث نماذج حوافز لتشجيع الاستثمار، وتطوير أدوية جديدة مضادة للميكروبات؛ وللعلم فقد نشر هذا البرنامج مؤخراً تقريره النهائي.[121]

2- مبادرة CARB-X (مكافحة البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية)

من أبرز التطورات، التي شهدتها السنوات الأخيرة، إطلاق مشروع CARB-X (www.carb-x.org)،[122] وهو كيان يموِّله صندوق (Wellcome Trust)، وجهتان تابعتان لوزارة الصحة والخدمات البشرية الأمريكية هما: هيئة التطوير والبحوث الطبية الحيوية المتقدمة (BARDA)، وهي هيئة تابعة لمكتب مساعد وزير التأهب والاستجابة (ASPR)، والمعهد الوطني للحساسية والأمراض المُعدية (NIAID)، وهو أحد المعاهد الوطنية للصحة (NIH)،[123] وقد دشن مشروع CARB-X، الذي جاءت فكرته من أجل توفير التمويل "لساحة الموت" للمضادات الحيوية، وتشخيص العدوى البكتيرية، في يوليو عام 2016، بقدرة تمويلية تزيد على 350 مليون دولار على مدى خمس سنوات، وحصل كذلك على تمويل إضافي قدره 50 مليون دولار في عام 2018 من وزارة الصحة

والرعاية الاجتماعية البريطانية، من خلال الصندوق العالمي للابتكار في مقاومة مضادات الميكروبات (GAMRIF) ومؤسسة بيل ومليندا جيتس (Bill and Melinda Gates Foundation).[124] وتمكَّن المشروع، اعتباراً من شهر مايو 2018، من استثمار ما قيمته 85 مليون دولار في أكثر من ثلاثين مشروعاً مستقلاً، تتضمَّن أجيالاً جديدة من المضادات الحيوية التي تقاوم البكتيريا السالبة الجرام، وأنواعاً جديدة من المضادات الحيوية وطرق تشخيص جديدة لاكتشاف العدوى.[125]

3- مبادرة مجتمع الاكتشاف الواسع للأدوية المضادة للميكروبات (CO-ADD)

مبادرة مجتمع الاكتشاف الواسع للأدوية المضادة للميكروبات (www.co-add.org)،[126] كما جاء في الفقرة 5-6 من المبادرة، هي مبادرة عالمية تهدف إلى حشد المصادر من أجل تحديد إمكانية ابتكار مضادات حيوية جديدة من المركبات المصنَّعة التي يطورها الكيميائيون، وتسعى المبادرة إلى دفع عجلة تطوير المضادات الحيوية في المراحل المبكرة من اكتشاف الأدوية – الاكتشاف الأوليِّ لها، والنتائج "المؤكدة" التي ستأتي بها المبادرة ستكون ملائمة للإدراج في CARB-X وبرامج تطوير المضادات الحيوية الأخرى؛ ما قد يساعد على سدِّ ثغرة كبيرة في خط إنتاج المضادات الحيوية.

4- الشراكة العالمية للبحث والتطوير في مجال المضادات الحيوية (GARDP)

أحدث المبادرات على الساحة هي الشراكة العالمية للبحث والتطوير في مجال المضادات الحيوية (www.gardp.org/)، التي أسستها منظمة الصحة العالمية في عام 2016، انطلاقاً من مبادرة أدوية الأمراض المهمَلة (DNDI)، وتهدف الشراكة إلى تطوير وابتكار علاجات جديدة للعدوى البكتيرية عند وجود مقاومة للأدوية أو بدء ظهورها، أو عند عدم توافر علاجات مناسبة، مع التركيز بوجه خاص على حالات تعفُّن الدم عند حديثي الولادة، والأمراض التي تنتقل بالاتصال الجنسي، وتوسيع نطاق توافر المضادات الحيوية في طب الأطفال، وتقديم الدعم لطرائق البحث والتطوير البديلة من

أجل مكافحة البكتيريا السالبة الجرام التي تتسبب في أمراض بكتيرية خطِرة، وكذا العدوى الفطرية.

5- صندوق Novo REPAIR Impact Fund

في عام 2018 دشنت مؤسسة نوفو (Novo Foundation)، الذراع الاستثمارية لشركة نوفو نورديسك (Novo Nordisk)، صندوق Novo REPAIR Impact Fund (165 مليون دولار على مدار خمس سنوات)؛ ليكون صندوقاً استثمارياً يهدف إلى تمويل مشروعات الأدوية المضادة للبكتيريا (www.repair-impact-fund.com)؛ إذ يستثمر الصندوق (الذي يعني إنعاش وتمكين خط إنتاج الأدوية لمكافحة مقاومة مضادات العدوى) في الشركات المعنية بالكشف في مراحل مبكرة عن تطوير العلاجات التي تستهدف الكائنات الدقيقة التي تقاوم الأدوية.

نتائج ودلالات مستقبلية

إن انتشار ظاهرة مقاومة مضادات الميكروبات على الساحة العالمية قد كشف النقاب عمَّا يعانيه العالم من نقص تطوير مضادات حيوية جديدة، وإن كانت المضادات الحيوية الجديدة ليست وحدها مكمن القلق؛ فقد أظهر تقرير هولندي صدر في عام 2018 أن المضادات الحيوية الشائعة في الوصفات الطبية باتت مهدَّدة هي الأخرى؛ إذ أدى ضعف شبكات التوريد العالمية، التي تعتمد على عدد محدود من شركات التصنيع، إلى نقص عالمي في عقار بنزاسين بنسلين جي (benzathine penicillin G)؛ فلا يتوافر العقار في 39 دولة من أصل 114، علاوةً على النقص في عقار بيبراسيلين/ تازوباكتام (piperacillin-tazobactam)، ولا ينتج المضادات الحيوية في الوقت الراهن سوى منشآت تصنيع معدودة، توجد بشكل رئيسي في كلٍّ من الهند والصين، وهي تنتج عدداً من المضادات الحيوية القديمة. ويذكَر أن النقص في عقار بيبراسيلين/ تازوباكتام يُعزى إلى الانفجار الذي وقع عام 2016 في موقع الإنتاج الوحيد للعقار في العالم.

وتشكل البكتيريا التي تقاوم الأدوية تهديداً محدقاً بصحة الإنسان. وقد بدأت الأمراض البكتيرية التي لا يتوافر لها علاج، التي سبق أن تفشت في عدد من البلدان ذات الدخل المنخفض والمتوسط، تغزو البلدان ذات الدخل المرتفع، التي تنعم بمنظومات صحية قوية، ومن الحالات التي أُعلِنت في الآونة الأخيرة: ست حالات في شمال غرب الولايات المتحدة الأمريكية تفتك بها بكتيريا الراكدة البومانية (Acinetobacter baumannii)، التي تقاوم الأدوية المكثفة،[127] وتفشي بكتيريا الكلبسيلة الرئوية الفتاكة في الصين في عام 2016،[128] وتقارير عن انتشار مرض السيلان في كل من إنجلترا[129] وأستراليا،[130] وحالة لمحامٍ شاب يصارع الموت في المملكة المتحدة بعد إصابته بنوع من العدوى الزراعية،[131] ولا تزال حالات الإصابة بالأمراض المقاوِمة للأدوية في تزايد مستمر؛ فقد أعلنت هيئة الصحة العامة بإنجلترا عن اثنتين وثلاثين حالة إصابة بالأمراض المقاوِمة لجميع الأدوية (أنواع من العدوى البكتيرية تقاوم كل المضادات الحيوية التي تُختبر ضمن مجموعة المضادات الحيوية القياسية) خلال الفترة فيما بين شهري إبريل 2013 وفبراير 2018،[132] بينما أعلنت مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها في الولايات المتحدة الأمريكية 221 حالة من الإصابة بجينات غير مألوفة من البكتيريا المقاومة للأدوية فيما عُرف باسم "البكتيريا الكابوس" في عام 2017.[133]

ويعدُّ الحد من تفشي العدوى إحدى الاستراتيجيات الرئيسية للتصدي لظاهرة مقاومة البكتيريا للأدوية، والنقص في المضادات الحيوية، وسوف تساعد أيضاً مشروعات البنية التحتية، التي تهدف إلى توفير مياه نقية، ومعالجة الصرف، والحد من تلوث الهواء، على كبح انتشار الأمراض المَعِدية المعوية، وأمراض الجهاز التنفسي التي تستهلك المضادات الحيوية، وستسهم كذلك اللقاحات الوقائية ضد كلٍّ من العدوى البكتيرية والفيروسية في وضع حدٍّ لظاهرة الوصفات غير السليمة للمضادات الحيوية. وفي هذا الشأن أكد تقرير صدر مؤخراً في مجلة *The New England Journal of Medicine*[134] أن الاستراتيجيات التي وُضِعت للبلدان المرتفعة الدخل لا تلائم البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل؛ حيث لا تتوافر المضادات الحيوية للمرضى. وفي انتهاك

صارخ لمبادئ مراقبة مضادات الميكروبات تلقى نحو 100 ألف طفل (تتراوح أعمارهم بين شهر و59 شهراً) في ثلاثة بلدان إفريقية جنوب الصحراء الكبرى، جرعتين سنوياً من المضاد الحيوي الواسع المدى، أزيثروميسين (azithromycin)، على مدار أربع سنوات من دون اعتبار لوجود العدوى أو عدمها. وقد عُقدت مقارنة بين هؤلاء ونحو 100 ألف طفل آخرين أعطي لهم علاج وهمي، وتبين أن العلاج بالمضادات الحيوية قد أدى إلى تراجع كلٍّ في معدل الوفيات بنسبة 13.5٪؛ وربما يكون السبب في ذلك هو انخفاض معدلات الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والإسهال والملاريا. ومن هنا يجب أن تعنى الدراسات المستقبلية بمراقبة أيِّ ظهور جديد للمقاومة، ويؤكد البحث الذي بين أيدينا ضرورة الموازنة بين الاستخدام المحتمل للمضادات الحيوية من أجل إنقاذ آلاف من الأرواح من ناحية، والخطر المحدق الذي قد ينتج عن تسبُّب العلاج بها في تعزيز مقاومة البكتيريا للأدوية؛ ما قد يقوِّض القدرة على إنقاذ الأرواح.

وتُعَدُّ مراقبة ميكروبات المضادات كذلك ضرورة ملحَّة لمواجهة الاستخدام المفرط وغير الضروري للمضادات الحيوية، الذي يساعد على انتشار المقاومة. وتكشف البحوث عن أن توعية كلٍّ من العاملين في مجال الخدمات الصحية، وعموم الجمهور، ستؤتي ثمارها في هذا الشأن؛ غير أن ما قد يكتنف الحملات الاجتماعية، التي تركز على كيفية إسهام المضادات الحيوية في انتشار المقاومة لمضادات الميكروبات، من غموض قد يحول دون إحداث تغيير حقيقي في عموم الناس، وإن أردنا تطبيق استراتيجيات أكثر فاعليةً؛ فلا بد من التركيز على الآثار الجانبية المباشرة والمضرة للمضادات الحيوية، وذلك في حين أن توجيه البحوث نحو تطوير آليات تشخيص سريعة، يمكنها التمييز بين العدوى البكتيرية والعدوى الفيروسية، سيكون له أثر عظيم في تقليل استهلاك المضادات الحيوية بوجه عام، فضلاً عن استعمال المضادات الحيوية المناسبة في حالات الضرورة فقط.

ومن ناحية أخرى، ثمَّة تقدم ملموس في إدراك ضرورة التصدي لظاهرة استخدام المضادات الحيوية في الزراعة، ولنضرب مثلاً دولة الصين التي حظرت استخدام عقار

كوليستين (colistin) في عام 2016،[135] وهيئة الغذاء والدواء الأمريكية التي استحدثت استراتيجيات لفرض قيود على استخدام أنواع معينة من المضادات الحيوية للحيوانات في عام 2013.[136] وبفضل ضغوط المستهلكين لجأ عدد من شركات الأطعمة السريعة إلى الترويج لاستخدام لحوم خالية من المضادات الحيوية؛ الأمر الذي قد يؤدي إلى تراجع استخدامها في المجال الزراعي بوتيرة أسرع من فرض اللوائح والتشريعات من قبل الحكومات التي تتعامل مع المشكلة بتراخٍ شديد.

وعندما يتعلق الأمر بعلاج العدوى؛ فثمَّة بحوث متقدمة حول بدائل المضادات الحيوية، مثل العلاج بالعاثيات، وتعديل الميكروبيوم، وتحفيز جهاز المناعة، ويجب أن يستمر ضخ الاستثمارات في هذه الطرق البديلة من أجل توفير بديل علاجي للمضادات الحيوية تحسُّباً لاستمرار التخبُّط في تطوير مضادات حيوية جديدة.

وأخيراً؛ فإن الأمل معقود على أن تشهد صناعة المضادات الحيوية نهضة جديدة جراء سياسة تقديم الحوافز المالية الوفيرة؛ بغية تشجيع البحث والتطوير فيها؛ فابتكار أنواع جديدة من المضادات الحيوية، والتعرف إلى مثبطات للمقاومة، من شأنهما بث الحياة من جديد في المضادات الحيوية المتقادمة، واكتشاف العلاجات الجديدة التآزرية التي تدخل فيها المضادات الحيوية الحالية. وكلها خيارات مطروحة ومباحة لكنها لا تزال بمرحلة التطوير في الوقت الراهن، ونأمل أن يكون لها تأثير حقيقي ملموس في المستقبل القريب. إننا لا نبالغ حين نتحدث عن السيناريو الكارثي، الذي قد يغدو حقيقة عند دخول عصر ما بعد المضادات الحيوية، ولكن ما دامت مساعينا مستمرة في التركيز على مواجهة الخطر المحدق، فلا تزال الفرصة ممكنة لإزالة الخطر.

الفصل السادس

شيخوخة المجتمعات والحاجة إلى إعادة تصميم أنظمة الرعاية الصحية

نبيل نجا

المقدمة

يعيش العالم تحولاً ديموغرافياً لا سابق له منذ أواخر القرن الماضي؛ ما حدا بالأمم المتحدة في سنة 1982 إلى عقد الجمعية العالمية الأولى حول الشيخوخة في مدينة فيينا في النمسا، وهي التي نجم عنها خطة عمل تناولت جوانب متعددة في إطار مسألة الشيخوخة، ومنها: الصحة، والتغذية، والحماية الاجتماعية، والسكن، والبيئة، والتعليم.

وفي سنة 1991 اعتمدت الجمعية العامة للأمم المتحدة، مبادئ تتعلق بكبار السن، وهي تضم 18 استحقاقاً، نذكر منها: الحرية، والمشاركة، وتحقيق الذات، والكرامة، وغيرها، ثم في عام 1999 أعلنت الجمعية العامة، اليوم العالمي لكبار السن International Day of Older Persons (IDOP) الذي يحتفَل فيه كل عام في الأول من أكتوبر.

وفي سنة 2002 انعقدت الجمعية العامة الثانية حول الشيخوخة في مدريد، وانبثقت عنها السياسات العالمية حول الشيخوخة للقرن الحادي والعشرين، وتناولت موضوعات عدة، منها: كبار السن والتنمية، الصحة والرفاه، ضمان بيئة داعمة لكبار السن، وغيرها من الموضوعات التي تمس هذه الفئة العمرية.

واستناداً إلى بيانات تقرير التوقعات السكانية في العالم World Population Prospect لعام 2017، وهو الذي تصدره إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية في الأمم

المتحدة، قُدرَ عدد الأفراد ما فوق الـ 60 عاماً، بنحو 962 مليون شخص، وأشارت البيانات إلى أن هذا الرقم سيتضاعف بحلول سنة 2050 ليصبح 2.1 مليار شخص، وأما في نهاية القرن فسيصبح ثلاثة أضعاف، أي سيبلغ 3.1 مليار شخص.

وتحتل أوروبا المرتبة الأولى في نسبة كبار السن التي تصل في بعض العواصم إلى نحو 25٪، كما أنه من الجدير بالذكر، أن كبار السن ممن يتجاوز عمرهم ثمانين عاماً سيتضاعف ثلاث مرات بحلول سنة 2050.[1]

ويعيش عالمنا العربي التحول نفسه، ولكن بوتيرة مختلفة بين دولة وأخرى، وتتجاوز نسبة كبار السن في بعض هذه الدول 10٪، وذلك نتيجة عوامل عدة، أهمها: قلة الولادات وانخفاض معدل الوفيات والهجرة.

وكنتيجة محتمة لهذه التحولات، يجب الانكباب جدياً على دراسة العلوم المرتبطة بالشيخوخة في مختلف الجوانب، والتفكر ملياً بإعادة تصميم أنظمة الرعاية الصحية العامة التي أهملت هذه المرحلة العمرية، عقوداً؛ ومن ثم وضع دراسات مستقبلية تكون ركيزة لوضع استراتيجيات عملية؛ لتفعيل دور كبير السن في المجتمع وتحويله إلى عنصر إيجابي يسهم في التنمية والتطور.

تعريف الشيخوخة

عرف كيركوود Kirkwood الشيخوخة عام 1996، على أنها تراجع تدريجي في القدرات الوظيفية الناتجة من عدم القدرة عن التأقلم تجاه المتغيرات الحاصلة مع التقدم في العمر؛ ما يزيد احتمال ظهور أمراض متعددة مرتبطة بالشيخوخة.[2] وتتأثر عملية التشيخ Ageing Process بعاملين أساسيين:

الأول: العامل الوراثي الجيني الذي لا يمكن حتى الآن تغيير مفاعيله، ويختلف هذا العامل من شخص إلى آخر؛ فعلى الرغم من أن علامات الشيخوخة واحدة فإنها قد تظهر

في أوقات مختلفة؛ فهناك من يظهر الشيب لديهم في العشرينيات، وعند آخرين في الأربعينيات أو حتى الخمسينيات، وهناك من يضعف نظره للقريب في الأربعين، بينما نجد آخرين لا يستعملون النظارات بتاتاً، وهناك من يضعف سمعه في الخمسين، بينما هناك من تخطى السبعين وما زال يتمتع بسمع دقيق.

تتعدد الأمثلة وتكثر، وهذا ما يعرف بالشيخوخة المختلفة؛ أي إننا نشيخ مع التقدم في العمر، ولكن بسرعات متفاوتة؛ فتكون النتائج غير متساوية حتى لو كان الناس في العمر الزمني نفسه.

اما العامل الثاني: فهو نمط الحياة والعوامل البيئية التي يعيش فيها الإنسان. وهذه العوامل تتغير إرادياً، وبالإمكان تحديد مفاعيلها في الشيخوخة بشكل جذري؛ فالذي يدخن في سن مبكرة تتأثر رئتاه وشرايينه بطريقة سلبية تسرع بانحدارها، بينما الذي لم يدخن في حياته، ويمارس الرياضة بانتظام، تبقى رئتاه وشرايينه في صحة جيدة حتى سن متقدمة وتمكنه من المحافظة على نشاط جسدي حيوي في شيخوخته. وكذا هو شأن الذي يعيش في بيئة ملوثة؛ حيث يشيخ بسرعة أسرع من ذلك الذي يعيش في بيئة صحية طبيعية، ويكون محاطاً بالحدائق والغابات، وبعيداً عن التشنجات العصبية والأزمات.[3]

والذي يتناول غذاء صحياً متوازناً من خضار وفاكهة طازجة والقليل من الدهون والنشويات، ينعم بصحة أفضل بكثير، ممن يعيش على المأكولات الضارة المنتشرة، وخاصة لدى الشباب الذين سيدفعون ثمن عدم اكتراثهم.

والأمثلة لا تُحصى ولا تعد، وحولها يجب أن تقام حملات التوعية والإرشاد؛ لتغيير النمط الضار إلى نمط صحي، وهو ما يعرف بالشيخوخة الصحية Healthy Ageing.

ومن الجدير بالذكر أن عملية الشيخوخة تبدأ في العقد الثالث من العمر، وتتسارع مع التقدم في العمر، وهي تشكل جزءاً طبيعياً من مراحل الحياة؛ فالشيخوخة ليست مرضاً، بل هي مراحل زمنية تلي الطفولة والشباب والكهولة. والعمر، كرقم، ليس

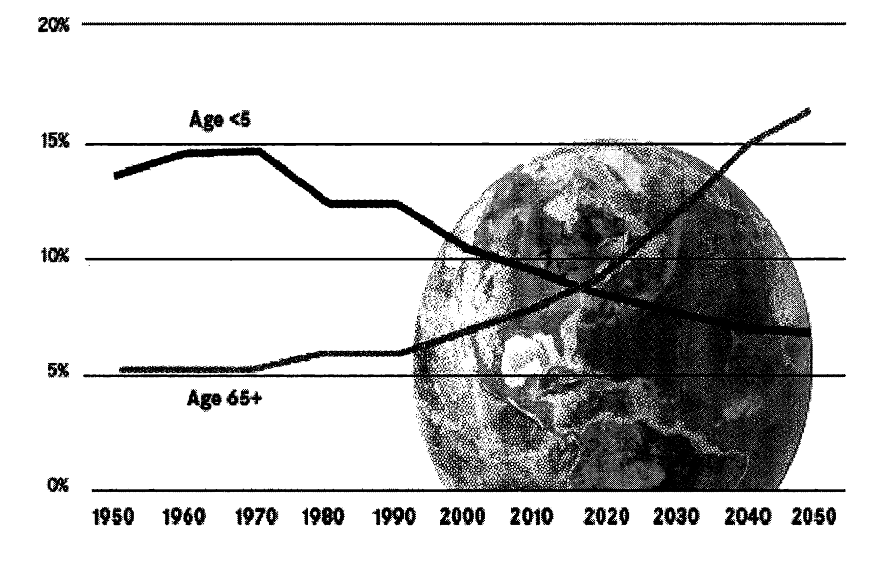
مؤشـراً دقيقاً إلى القدرات الجسدية والنفسـية والذهنية، بل إن مسـيرة الشـيخوخة هـي التي تحدد هذه القدرات.[4]

أرقام وإحصائيات

يعيش العالم منذ بداية القرن التاسع عشـر ازدياداً ملحوظاً بمعـدل الأعـمار والعمـر المتوقع عند الولادة (Life Expectancy at Birth). وقد أدت هذه الزيادة بحسب تقريـر الأمم المتحدة الصادر سنة 2011 إلى أن عدد الأفراد مـا فـوق 65 عامـاً سـيزيد مـن 524 مليوناً، سنة 2010 إلى مـا يقـارب مليـاراً وخمسـمائة مليـون، سـنة 2050، أي نحـو ثلاثـة أضعاف، ومعظم هذه الزيادة ستحصل في البلدان النامية.[5]

الشكل رقم (1)

نسبة الأطفال وكبار السن من مجمل التعداد السكاني العالمي خلال السنوات 1950-2050



المصدر: World Population Prospects: The 2010 Revision, United Nations. Adapted from Global Health & Aging, World Health Organization, 2011.

أما في منطقة غرب آسيا فإن عدد كبار السن قد تضاعف خلال الفترة بين عام 1985 وعام 2015، ومن المتوقع أن يصل إلى 85 مليوناً سنة 2050.

وسترتفع نسبة كبار السن في المنطقة العربية من 6.6٪ حالياً إلى 9.3٪ سنة 2030 وستصل إلى 14.9٪ سنة 2050. وسوف تتخطى نسبة كبار السن نسبة الأطفال في عشر دول من دول المنطقة.[6]

ولهذا التغير الديموغرافي انعكاسات عدة، أهمها:

1. **انعكاسات اقتصادية**

- زيادة إنفاق الدولة على التغطية الصحية وإيجاد مراكز رعاية للاهتمام بهذه الشريحة المتنامية.
- سيكون هناك نقص في اليد العاملة؛ ومن ثم انخفاض مداخيل الدولة من الضرائب، بينما ستزيد تكاليف التغطية الاجتماعية.
- زيادة الضغط على الشريحة العمرية المنتجة، وهي التي تُعرف بـ Sandwich Generation؛ وهي التي عليها –كذلك– الاهتمام بأطفالها وأهاليها.
- الحاجة إلى اليد العاملة الأجنبية من المهاجرين الشباب.

2. **انعكاسات بيئية:**

- الإكثار من بناء المراكز المتخصصة.
- استخدام تجهيزات عديدة لتقديم الخدمات المناسبة لكبار السن.

والسؤال المطروح، هو: كيف يستطيع الإنسان أن يتقدم بالعمر ويصل إلى مرحلة الشيخوخة؛ محافظاً على قدراته الجسدية والذهنية والنفسية؟

ولفهم هذه المسألة علينا التعمق أكثر في عملية التشيخ Ageing Process ودرس مفاعيلها وتأثيراتها.

المتغيرات الجسدية المرتبطة بالشيخوخة

لا يسعنا من خلال هذه الدراسة - بكل تأكيد - الإحاطة بكل المتغيرات الناتجة من عملية التشيخ، فمنها ما هو ظاهر ومنها ما هو داخلي.

أهم علامات الشيخوخة الخارجية

- الشعر: وهو يضعف وتقل كثافته ويفقد لونه الأساسي ويصبح أبيض اللون.
- الجلد: يفقد قدرته المطاطية وتتوزع الطبقة الدهنية الموجودة تحت الجلد مباشرة بطريقة غير متناسقة؛ ما يتسبب في ظهور التجاعيد التي توجد في أماكن مختلفة. كذلك تكثر البقع ذات اللون الداكن في أماكن مختلفة من الجسم.
- أما في الوجه، فبالإضافة إلى التجاعيد يزيد حجم الأنف والأذنين وتدخل العيون بعمق ويميل لونها إلى الاصفرار، وكذلك تتأثر وظيفتها الأساسية؛ ما يؤدي إلى صعوبة التحديق بالأشياء القريبة ويضطر عندها الإنسان إلى إبعاد الشيء لمشاهدته بشكل أوضح.
- يفقد الإنسان مع التقدم في العمر بعض طوله؛ نتيجة عوامل عدة، أهمها: هشاشة العظام التي تؤثر في العمود الفقري، وقد يصل فقدان الطول إلى 5 أو 7 سم، بين عمر الثلاثين وعمر السبعين.

أما بالنسبة إلى علامات الشيخوخة الداخلية، فنذكر منها:

- حاسة السمع فهي تتغير مع التقدم في العمر وتضعف القدرة على سماع النبرات الحادة.

- القلب والشرايين: تضعف وظيفة عضلة القلب، وخاصة إذا كان المريض يعاني ارتفاع الضغط الشرياني، وكذلك تصبح الشرايين أكثر تصلباً، ولكن بالرغم من هذه المتغيرات، يستطيع الإنسان متابعة حياته بشكل طبيعي، ولكن تضعف لديه القدرة على التأقلم مع المجهود الجسدي كصعود السلالم مثلاً، أو الركض وغيره.

- ضعف الكليتين: تضعف مع العمر قدرة الكلية على تنقية البول، ولذلك علينا في مرحلة الشيخوخة التنبه أكثر لمضار بعض الأدوية التي قد تتراكم في الجسم ومن ثم تعطي العديد من الآثار الجانبية.
وكذلك، تضعف قدرة الجهاز البولي على التخزين، ويحتاج كبير السن إلى أن يدخل الحمام أكثر من الشباب، وخاصة إذا وُجِدَ، مع التقدم في العمر، تضخم في غدة البروستاتا.

- الجهاز التنفسي: تتغير قدرة القفص الصدري على التحرك نتيجة التكلس وضعف العضلات؛ ما يتسبب بضعف في القدرة الاستيعابية للرئتين؛ ومن ثم تضعف القدرة على التأقلم مع المجهود الجسدي.

- العظام والمفاصل: مع التقدم في العمر، تصبح العظام أكثر هشاشة التي قد تصل في بعض الأحيان إلى مرض ترقق العظام؛ ما قد يتسبب في الكسور وخاصة كسر الورك الذي يعتبر من أخطر الأمراض في هذه المرحلة، والذي قد يتسبب بمضاعفات خطيرة كالوفاة أو العجز.

وكذلك تفقد المفاصل ليونتها، وخاصة إذا كان المتقدم في السن لا يمارس نشاطاً جسدياً منتظماً؛ ما قد يتسبب بداء النقرس أو التكلس الذي قد يتسبب في آلام مزمنة وعجز.

وللمقارنة بين شخص في عمر الثلاثين، وهو نفسه في عمر السبعين، نلاحظ التغيرات الآتية:

- تنخفض القدرة الاستقلابية (Basal Metabolism) إلى 84٪
- ينخفض وزن الدماغ إلى 92٪
- تنخفض قدرات الكليتين الوظيفية إلى 70٪
- تنخفض القدرات النفسية إلى 43٪

ولكن بالرغم من كل هذه المتغيرات، يستطيع الإنسان - بالرغم من التقدم في العمر - العيش بصورة طبيعية جداً، ويكون مستقلاً في كل أمور حياته اليومية، ولكن مع بعض الترتيبات والاحتياطات، وخاصة إذا أراد أن يبذل جهداً جسدياً.[7]

المتغيرات الاجتماعية

بعض علماء الاجتماع يعتبرون مرحلة الشيخوخة مرحلة الخسارات المتعددة التي قد تؤثر في طبيعة حياة المرء مع التقدم في العمر.

أما أهم هذه المتغيرات، فهي:

- **خسارة العمل (التقاعد)**

تعتبر هذه المرحلة من أدق المراحل؛ لأن العمل ينظم بطبيعة الحال حياة الإنسان أولاً من الناحية الزمنية؛ حيث يستيقظ في وقت معين ويحضر نفسه للخروج من المنزل ويلتقي العديد من الزملاء ويعود في الوقت ذاته كل يوم، وينتظر العطل والأعياد ويتذوق طعم الاستراحة بعد العناء. وأيضاً يكون العمل منشطاً فكرياً وذهنياً واجتماعياً، ويجعل الإنسان في تطور مستمر وتحد للزمن، فمنهم من هم في سن الستين اليوم، تعلموا استعمال الحاسوب والهواتف الذكية والبريد الإلكتروني في فترة عملهم، وليس في الجامعة، أما من تقاعد قبل ظهور هذه التقنيات، فالأغلبية لا تعرف استعمالها ويعتبرونها غير ذات أهمية، بل - على

العكس - قد يعتبرونها في بعض الأحيان مضرة، وليس هناك أي داعٍ إلى استعمالها.

وفي التقاعد كذلك، وفي الكثير من البلدان، تنخفض القدرات المادية للإنسان وتكثر في أغلب الأحيان المصاريف وخاصة في الرعاية الصحية كعقود التأمين، وشراء الأدوية، وإجراء الفحوصات المتكررة.

- **خسارة الشريك (الترمل)**

من المؤكد أن الصدمة التي يتسبب بها فقدان شخص مقرب، قوية جداً، فكيف إذا كان الشريك هو الذي قضى معه الإنسان أكثر من نصف عمره وبنى معه الأسرة وربى الأولاد وتشارك معه في الأفراح والأتراح.

وتعتبر هذه الخسارة التي لا يمكن تعويضها من المتغيرات التي تترك أثراً بالغاً في هذه المرحلة الدقيقة.

- **خسارة الأولاد (مغادرة الأولاد المنزل)**

من البدهي أن يحاول الأولاد بناء مستقبلهم، وهذا لا يحدث بالطبع داخل منزل الأبوين في أغلب الأحيان. ويؤثر الفراغ الذي يتركه ذهاب الأولاد في الأهل وخاصة في مجتمعاتنا المحافظة، وقد يؤدي إلى العديد من الإشكاليات الاجتماعية.

- **خسارة الدور داخل الأسرة**

منذ فترة ليست ببعيدة كان كبير السن في العائلة، هو الأساس وهو المرجع وهو الجامع وهو الحكيم. ولكن مع التغير السريع في مجتمعاتنا، أصبح الكبير يفقد هذا الدور تدريجياً، وبدلاً من أن يبقى في الموقع / الرمز داخل الأسرة محاطاً بهالة من التقدير والاحترام، تحول من آمر إلى مأمور؛ حتى إن بعض الناس ربما

لا يستشيرونه حتى في أبسط أمور الحياة اليومية، وكل ذلك له التأثير العميق في النظرة التي قد يكونها الإنسان في شيخوخته.

- **خسارة الأصدقاء والأقارب**

أول ما يلفت نظر كبير السن في الصحيفة اليومية، صفحة الوفيات، فهذا صديق من الطفولة رحل أو هذا قريب من العمر نفسه، توفاه الله تعالى، ويصبح الكبير وكأنه ينتظر دوره؛ ما يؤكد الخوف من الغد.

كما أن هذه الخسارات تتسبب في الوقوع في الفراغ والعزلة والوحدة؛ ومن ثم في حال غياب الشبكات الاجتماعية والصداقات الجديدة، بشكل خاص، قد يفقد الإنسان أي لذة في العيش؛ لأنه لا يتشارك في حياته مع أحد.

- **خسارة القدرات الاقتصادية**

في كثير من البلدان التي لا يملك فيها المرء في شيخوخته أي ضمانات تضعف قدراته الاقتصادية، إلا إذا كان ممن ادخر شيئاً لهذه المرحلة، وعلى العكس قد يسهم في مساعدة الأبناء على الانطلاق في الحياة.

- **خسارة القدرات الصحية**

كما ذكرنا سابقاً، تؤخر التحولات في مرحلة الشيخوخة القدرات الجسدية ويصبح الإنسان ضعيفاً، وقد يصل إلى مرحلة الوهن، وإذا عانى مرضاً أو أكثر من الأمراض المزمنة، فهذا يعرضه لتدهور الاستقلالية؛ ومن ثم الوقوع في العجز.

- **خسارة أهداف الحياة**

الحياة من دون هدف كالزهر من دون أريج، وكالشمس من دون ضوء. في بداية الحياة يسعى الإنسان لتكوين شخصيته بتلقي العلم النافع وتكوين مستقبله؛

لإيجاد مجال للعمل يلبي طموحاته؛ أو لبناء أسرة؛ أو استكشاف العالم؛ لبلوغ منصب معين لتربية أبنائه، ثم دعمهم في حياتهم ومشاهدتهم وهم يبنون مستقبلهم. ولكنه قد يصل إلى زمن ليس لديه فيه هدف واضح؛ ومن ثم تصبح حياته من دون معنى.

ومن المؤكد أن استعراض هذه المتغيرات، قد يوجهنا إلى اليأس والقنوط، ولكن في القسم الثاني من الدراسة، سنتحدث عن كيفية التأقلم مع هذه المتغيرات والانطلاق بطريقة إيجابية لتحسين نوعية الحياة؛ ومن ثم التمتع بهذه المرحلة الجديدة.

المتغيرات النفسية

نتيجة المتغيرات الجسدية والاجتماعية، تتأثر حالة المسن النفسية بشكل سلبي إذا لم يكن متحضراً لهذه المتغيرات، ولم يستطع التكيف معها، فيُصبح عرضة للإصابة بالإحباط والاكتئاب؛ ما يسهم بصورة أكبر بتدهور القدرات الفكرية والذهنية لديه.

والصحيح أن كل من يتقدم بالعمر يشيخ، إلا أن كل فرد يشيخ بطريقة مختلفة؛ فهناك من يغرق في تأثير الشيخوخة؛ ومن ثم العجز، ويصبح معتمداً على الآخرين في حياته اليومية، ويصبح التقدم في العمر لديه مشقة وعذاباً. وهناك من يحافظ على نشاطه باتباع أسلوب حياة صحي منذ الشباب ومن ثم يصل إلى مرحلة الشيخوخة نشيطاً؛ ما يجعله يستمتع بهذه المرحلة العمرية الخالية من المسؤولية الاجتماعية والعائلية؛ فيتحول إلى عنصر فاعل إيجابي مبدع ومساند داعم، ويلعب دوراً اجتماعياً وعائلياً رائداً فيكون نواة الترابط الأسري والموجه الحكيم، ولعل أبرز مثال على ذلك جوائز "نوبل" في مختلف المجالات التي عادة ما يحصدها كبار السن.[8]

أسباب ازدياد نسبة كبار السن

تتعدد الأسباب التي تؤدي إلى ازدياد نسبة كبار السن في المجتمع، ولعل أهمها:

- انخفاض معدل الولادات: من المعروف أنه لكي يحافظ المجتمع على تعداده يجب أن يكون معدل الإنجاب لكل زوجين 1 أو 2.

ويشهد العالم منذ نهاية القرن الماضي، انخفاضاً كبيراً في هذا المعدل بالرغم من حملات التوعية والمساعدات التي تقدمها الدول، وخاصة الغنية لتشجيع السكان على الإنجاب، إلا أن هذه النسبة ما زالت تنحدر؛ وهذا ما يشجع بعض الدول على اللجوء إلى الهجرة.

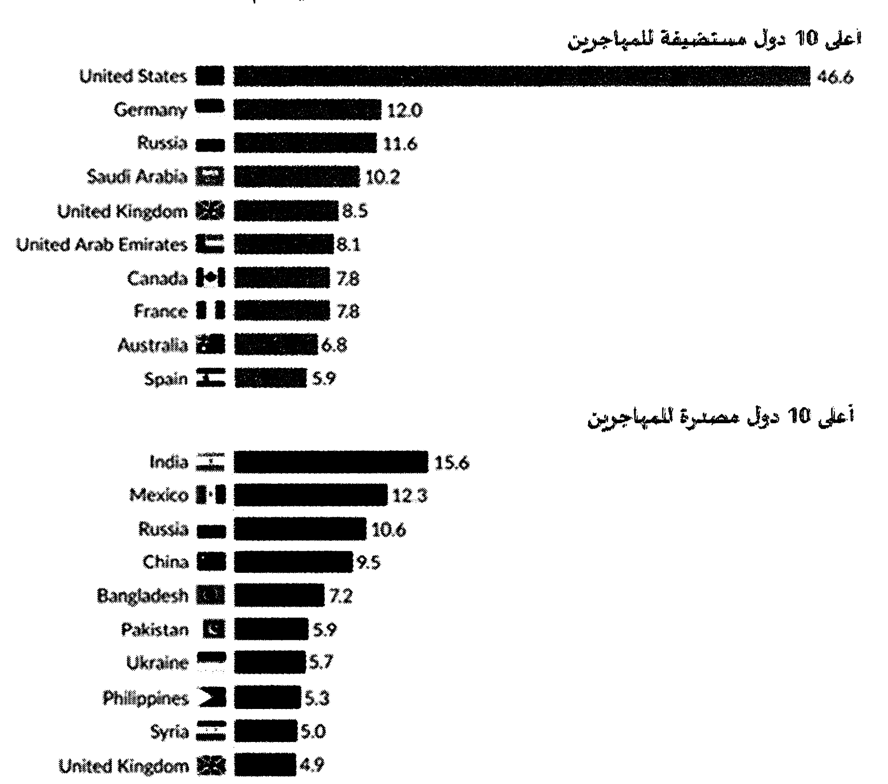
والهجرة نوعان:

- الهجرة الخارجية: نتيجة الضغوطات الاجتماعية والاقتصادية أو الحروب في بعض البلدان يتطلع الشباب إلى حياة رغيدة في بلد ينعم بالأمن والأمان؛ فيفكر الكثير منهم بشق طريقهم في الغربة، وتأسيس أسرة في مكان إقامتهم؛ ما يتسبب في نقص هذه الشريحة العمرية في الوطن الأم وازديادها في البلد المضيف.
- الهجرة الداخلية: وهي في أغلب الأحيان هجرة أهل القرى إلى المدن لأسباب متعددة، منها:
  - طلب العلم حيث إن أهم المدارس والجامعات عادة ما تكون في المدن الكبرى.
  - طلب العمل فهذه الفرص غير متوافرة في الأرياف، وخاصة في الدول التي لا تطبق مبدأ اللامركزية في إدارة المشروعات.
  - طلب الرعاية الصحية: هناك العديد من مدن الأرياف – حتى بعض الدول المتطورة – لا تتمتع بمؤسسات صحية مناسبة.

الشكل رقم (2)

أكثر الدول المصدرة والمستضيفة للمهاجرين

(عدد المهاجرين والمستضافين من قبل كل دولة في عام 2015 بالمليون)



المصدر: موقع الأمم المتحدة، عن Statista.

- انخفاض معدل الوفيات:

تعزو منظمة الصحة العالمية الازدياد الكبير لنسبة كبار السن في البلدان كافة، إلى تغير أسباب الوفيات من الأمراض الوبائية إلى الأمراض المزمنة غير المعدية التـي تشمل بالأخص:

- ارتفاع الضغط الشـرياني.
- ارتفاع الكوليسترول والدهنيات.

- داء السكري وخاصة النوع الثاني.
- أمراض القلب والشـرايين.
- التهابات المفاصل.
- الأمراض السـرطانية.
- داء الخرف والزهايمر.
- زيادة الوزن والبدانة.
- السقوط عند كبار السن.

وغيرها من الأسباب التي قد تؤدي بشكل غير مباشـر إلى الوفاة.

بحلول عام 2030، سـيعاني أكثر من 60٪ من كبار السن، حالة واحـدة أو أكثـر مـن حالات الأمراض المزمنة؛ ومن ثم سـيزيد العجز؛ ما يزيد العبء الاقتصادي والمالي.

والسؤال المطروح حالياً، هو: كيف نسهم جميعاً في المحافظة على صحة جيدة في هـذه المرحلة العمرية، ونقوم بتحسـين نوعية الحياة فيها، وتأمين دعم اقتصـادي لتحقيـق هـذه الأهداف؟

ومن هنا، علينا طرح مجموعة من التحديات تكون مدخلاً لتقديم بعض الحلول التي تحتاج إلى بحث معمق في كل نقطـة منهـا؛ حتـى نسـتطيع إيجـاد أسـلوب جديـد وجـدي للتعامل مع مشكلات هذه المرحلة العمرية.

أهم التحديات

- تنمية الموارد المالية الخاصة بالقطاع الصحي نتيجة المتغيرات الديمغرافية وازدياد الحاجة إلى خدمات صحية؛ على أن تكون العناية الصحية جيدة وكلفتها مقبولة؛ ما يستدعي من المراجـع المختصـة، إيجـاد أنظمـة وأطـر توجـه الإنفـاق في هـذا القطاع، من خلال أنظمة الاعتماد المتبعة في البلدان المتطورة.

- نقص اليد العاملة في القطاع الصحي؛ نتيجة المسؤولية الكبيرة والمردود الضعيف؛ ما يحتم تحسين ظروف العاملين في هذا القطاع لاستقطاب الخبرات ذات الكفاءة العالية التي تتغرب عن البلد الأم - في كثير من الأحيان - لتحسين ظروف معيشتها.

- التغيير البنيوي للعائلة: إن انخفاض عدد الولادات والمتغيرات الاجتماعية الخاصة بالمرأة؛ مثل: سن الإنجاب والمشاركة في العمل وتحمل المسؤولية، وكذلك الهجرة الشبابية التي تحدث نتيجة النزاعات السياسية والحروب؛ كل ذلك أدى إلى تغيير بنيوي في العائلة؛ ما أدى إلى نقص كبير في توافر مقدمي الرعاية من العائلة أو الأقرباء؛ ومن ثم اللجوء إلى اليد العاملة الأجنبية للقيام بهذا العمل الرعائي.

- التعتيم على قضايا العنف تجاه كبار السن؛ حيث تعتبر هذه الظاهرة منتشرة إلى حد ما في مجتمعاتنا، ولكن يتعامل معها الناس بتكتم شديد، ويعتبرون ذلك وصمة عار يجب أن تبقى داخل العائلة، وكذلك فإن العنف تجاه كبار السن متعدد الأوجه ويأخذ أشكالاً عدة، منها:

    - العنف الجسدي الذي يتسبب في أذى مباشر قد يؤدي إلى العجز.
    - العنف النفسي الذي يعتمد على الإهانة والإذلال في التعامل.
    - العنف المالي والمادي؛ حيث يقوم بعض مقدمي الرعاية باستغلال كبير السن للاستيلاء على مدخراته أو ممتلكاته، وتعج المحاكم بقضايا كثيرة في هذا المجال.
    - العنف الإعلامي؛ حيث تقوم بعض الوسائل الإعلامية بتصوير كبير السن على أنه إما ساذج أو جشع أو أناني، أو يضعونه في إطار كوميدي كاريكاتوري يجعله يشعر بالإهانة؛ وعليه، تشكل الإضاءة على هذه

القضية التحدي الأكثر حساسية؛ ما يستدعي إصدار قوانين لحماية كبار السن وحماية حقوقهم.

- إيجاد برامج وطنية توجيهية دائمة ومستمرة حول الازدياد السريع لهذه الشريحة العمرية.

- عدم المساواة في المسؤولية الاجتماعية والتغطية الصحية، وذلك بحسب معطيات متعددة؛ من مثل: نوع العمل والجنس والعمر.

- يضطر كبير السن في الدول النامية، إلى العمل حتى عمر متقدم، بالرغم من ظروفه الصحية؛ وذلك نتيجة تردي الوضع الاقتصادي وغياب أنظمة الحماية الاجتماعية.

- ارتكاز أنظمة الرعاية الصحية في مجتمعاتنا على علاج الحالة الحادة أكثر من اتباع نظام الوقاية الأولية، أو حتى إيجاد برامج تثقيفية حول أهمية السيطرة على الأمراض المزمنة لتفادي المضاعفات.

- عدم التعامل في أقسام الطوارئ كافة، مع مشكلات كبير السن الصحية، على أنها أولوية، بل يفضل دائماً من هم أصغر سناً.

- اختصاص طب الشيخوخة ومختلف الاختصاصات في مجال الشيخوخة قليل ونادر في بلادنا؛ ولذا تكون السياسات الخاصة بهذه المرحلة العمرية موضوعة بطريقة بدائية وغير معتمدة على رأي الخبراء في هذا المجال، كما أن الرعاية الصحية لهذه الشريحة العمرية لا تأتي على قدر المرتجى، كما هو الشأن في الدول المتطورة؛ حيث ينتشر هذا الاختصاص في كل القطاعات الصحية، وليس فقط في الدور الرعائية لكبار السن.

- الدراسات في مجال الشيخوخة وصحة كبار السن قليلة في بلادنا، بالرغم من أنها بدأت تنشيط في الآونة الأخيرة، ونحن بحاجة إلى الاستثمار في هذه الدراسات؛ لما لذلك من أهمية على صعيد وضع السياسات الملائمة؛ حتى تأخذ هذه الشريحة العمرية حقها، ولا تكون عبئاً على الشريحة المنتجة في المجتمع.

- عدم وجود برامج تنسيقية بين الوزارات والمؤسسات المعنية بقصايا كبار السن، بالرغم من التوصيات المنبثقة عن الأمم المتحدة والتعهدات التي قدمتها الحكومات في الدول كافة.[9]

اقتراحات تنموية ضرورية لبلوغ شيخوخة ناجحة

- إيجاد مراكز رعاية أولية متخصصة لكبار السن، تعتمد على أسلوب المقاربة الشاملة لكل مشكلات كبير السن الصحية الجسدية والنفسية والاجتماعية والاقتصادية، من خلال فريق عمل متعدد الاختصاصات.

  وهذه المقاربة الشاملة، هي أساس الرعاية الصحية لكبير السن؛ لأنها تسمح بتقييم الحالة الجسدية العامة والقدرة على الاستقلالية، إلى جانب تقييم الحالة النفسية وارتباطها بالمحيط الاجتماعي العائلي.

  وتسمح هذه الطريقة بالرعاية الصحية المرتكزة على الوقاية الأولية واستكشاف نقاط الضعف، قبل ظهور أعراض، ووضع خطة متكاملة تتيح للفرد بالدرجة الأولى المحافظة على الاستقلالية في الحياة اليومية، وكذلك تحسين نوعية الحياة.

- العمل على توعية المريض وعائلته ومقدمي الرعاية بأهمية السيطرة على الأمراض المزمنة كداء السكري والضغط وترقق العظام والانسداد الرئوي المزمن وغيرها؛ وذلك قبل بلوغ مرحلة المضاعفات التي تؤدي إلى تراجع عمل الأجهزة الرئيسية كالقلب والدماغ والرئتين والكليتين.

- نشـر التوعية حول أهمية ممارسة النشاطات الجسدية المنتظمة، وذلك في مختلـف الأعمار؛ فقد أثبتت الدراسات العلمية أن أهمية الـتمارين الرياضــية المنتظمـة لا تنشط فقط العضلات، ولكنّ لها تأثيراً إيجابياً كبيراً في وظائف الـدماغ وخاصـة الذاكرة، وكذلك وظائف الجهاز الهضمي والبولي، حتى إن الحالة النفسـية تتأثر إيجابياً بهذه التمارين التي تؤثر بدورها في بعض الناقلات العصبية في الدماغ.

- الوقاية من حالات السقوط التي قد تتسبب في كسور عند كبار السن تـؤدي إلى عجز دائم في بعض الأحيان، وتعتبر كلفتهـا الماديـة كبـيرة جـداً، عـلى المجتمـع والعائلة، من حيث التشخيص والعلاج؛ ومن ثم من إعادة التأهيل والرعاية.

- التوعية بأهمية التغذية السليمة والمتوازنة، بعيداً عن الكثير من المفـاهيم الخاطئـة في هذه المرحلة العمرية، وخاصة في ما يخص إنقاص الوزن.

- العمل بجد على إيجاد ضمان للشـيخوخة يؤمن الحد الأدنى لكل فرد في العـيش الكريم.

- تحفيز إنشاء مراكز نهارية وأندية تسمح لكبـار السـن باللقـاء وإقامـة صـدقات جديدة؛ ومن ثم الابتعاد عن العزلة والوحدة.

- المحافظة على مكان إقامة لائق يتناسب مع حاجات كبير السن؛ احتذاءً بالـدول المتطورة التي تقدم الرعاية المتخصصة لكبارها؛ حيث يقوم فريق متكامل بزيارة كبير السن في منزله، ويساعده على إجراء على التغيرات في كل غرف المنـزل مـن حمام وغرفة نوم وجلوس ومطبخ؛ وذلـك لتفـادي السـقوط وللمحافظـة عـلى الاستقلالية في أمور الحياة اليومية.

- التكيف مع التغيرات في الوضع الاجتماعي ضمن العائلـة وخارجهـا، ومحاولـة إيجاد مكانة اجتماعيـة جديـدة مـن خـلال العمـل التطـوعي أو مسـاعدة أفـراد

الأسـرة في رعاية الأطفال أو إحياء هوايات واهتمامات سابقة اضمحلت بسبب مشاغل الحياة.

- إيجاد وسائل تنشـيطية للقدرات الذهنية، إما من خلال تعلـم مهـارات جديـدة كلغـة جديـدة أو المشـاركة في نـدوات ومحاضـرات أو حتـى بعـض الألعـاب الترفيهية التي تعتمد على المهـارات الذهنيـة؛ والجـدير بالـذكر أن هنـاك مراكـز متخصصة في بعض البلدان لتفعيل كل هذا أو حتى برامج كمبيوتر مـن خـلال مواقع معينة لتنشـيط الذاكرة.

- المحافظة على علاقات جيدة بالأهل والأصحاب المحيطين بالفرد، والعمل على بناء صداقات جديدة؛ فقد أظهرت دراسات حديثة أن أهم عامل للوقاية مـن أمـراض القلب والشـرايين والدماغ، ليس معالجة الضـغط والسـكري والـدهنيات، بـل إن العامل الأول هو التواصل الاجتماعي (Social Interaction).

- اللجوء إلى الغذاء الروحي والإيماني بإقامة العبادات والتقرب إلى الله.[10]

الخلاصة

إن موضوع مقاربـة الشـيخوخة موضـوع شـائك ومـليء بـالغموض، وخاصـة في مجتمعاتنا العربية؛ ولإزالة هذا الغموض وتوضـيح الرؤيـا والتخطـيط لمسـتقبل أفضـل، نحتاج إلى دراسات وأبحاث معمقة، تندر - للأسف - في هذا المجال وغيره من المجالات في عالمنا العربي.

كما أن الدراسات التي نعتمد عليها لرسم سـياسات صحية لهذه الشـريحة العمريـة، مستوردة في غالبيتها، ولا يمكن نسخها حرفياً لاختلاف ظروفهـا الاجتماعيـة والنفسـية والاقتصادية عن ظروفنا نحن.

ومن هنا، كان لا بد من توضيح هذه الصورة بعض الشيء؛ للتحفيز على وضع أسس بحثية استراتيجية حول مفاهيم الشيخوخة ومفاعيلها وطرق إدارتها بحسب خصوصية مجتمعاتنا وعائلاتنا؛ ومن ثم الخروج باستنتاجات مختلفة وجديدة قد تُشكل نواة لبرامج حديثة تعتمدها الثقافات الأخرى، وتكون مبنية على التكافل والتضامن الأسري والمجتمعي.

الفصل السابع

تكنولوجيا التواصل الاجتماعي وأثرها في إعلام المستقبل

زهير الطاهات

المقدمة

تؤثر تكنولوجيا التواصل الاجتماعي، التي أصحبت جزءاً أساسياً من التغطيات الصحفية والإعلامية، في العملية الاتصالية برمتها، من حيث: السرعة، والاستقلالية، والدقة.

وتمثل تكنولوجيا الاتصال الاجتماعي رافداً أساسياً للمؤسسات التي أضحت توظف جميع أنواع التواصل الاجتماعي؛ للوصول إلى جماهيرها، وللحصول على التغذية الراجعة عبر قطار المعلومات السريع. وقد بات من المستحيل أن تتجاهل أي مؤسسة تطبيقات شبكات التواصل الاجتماعي؛ لأن ذلك يعيق المؤسسة في مسيرتها لتحقيق أهدافها وغاياتها.

ولذا نجد أن هذا الزمن تتسارع فيه المؤسسات والشركات بشقيها العام والخاص، وتتنافس تنافساً محموماً في تقديم أنواع الاكتشافات الجديدة الخاصة بتكنولوجيا الاتصال الجماهيري.

تكنولوجيا الاتصال الاجتماعي

إن ما تشهده الإنسانية اليوم في مجال ثورات الاتصال غير المنقطعة، يقودنا إلى ملاحظة مدى التطور المذهل الذي بلغه الإنسان خلال فترة زمنية يسيرة، مقارنة بعمر الكون الذي يمتد ملايين السنين.[1] وتكنولوجيا الاتصال ذات تأثير كبير في جماهير المتلقين،

وخاصة في مجال الإعلام الذي يعد مصدراً مهماً من مصادر التوجيه، والتثقيف في أي مجتمع، وأحد العناصر الأساسية المساهمة في تشكيل ملامحه.[2]

وتعد تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات، من أبرز ما يميز العالم المعاصر اليوم؛ إذ أصبحت تدير العالم باستخدام أزرار على لوحة المفاتيح، لتجد نفسك أقرب ما تكون من عالم يتسارع كل دقيقة، وتتضخم به المعرفة بشكل مذهل.[3]

يُعدُّ الإنسان كائناً اجتماعياً بطبعه، يبحث عن مجموعة متجانسة، قريبة من صفاته وطباعه، حيثما حل أو ارتحل. وأصبح من الضروريات "الحياتية" لدى الكثير من الناس، أن يكونوا متواصلين اجتماعياً بشكل إلكتروني؛ فالإنسان بطبعه الاجتماعي يحب أن يتشارك في الأفكار، والأخبار، وتبادل الصور والملفات مع الآخرين، ومع تطور الإنترنت ظهر ما يلبي تلك الحاجة إلى المشاركة بما يسمى المواقع الاجتماعية.[4]

ولقد استطاعت شبكة الإنترنت أن تلغي المسافات، واخترقت السدود والحدود، مازجة بين الصوت والصورة والكلمة في صيغة رقمية، بعد أن دمجت الوسيلة بالاتصال، وأزالت الفواصل بين العمل والترفيه، وفتحت نافذة واسعة للجماهير الغفيرة؛ كي تشارك في ثورة اتصال تغير كل يوم أنماط الحياة والتفكير في مختلف دول العالم بدرجات متفاوتة.[5]

إن التطور التكنولوجي يعني تطبيق الأفكار، وتحويلها إلى أدوات، وسلع، وخدمات؛ حيث إن التكنولوجيا ذات طبيعة اقتحامية، وتحويلية بمعنى أنها تقتحم المجتمعات سواء كانت بحاجة إليها، أو غير راغبة فيها، وذلك من خلال ما تقدمه من سلع، وخدمات، وغالباً ما تكون التكنولوجيا الأحدث أحسن أداء، وأرخص سعراً، وأصغر حجماً، وأخفّ وزناً، وأكثر تقدماً وتعقيداً من سابقتها.

وقد أدت تطورات تكنولوجيا الاتصال الاجتماعي إلى قدرتها على اختصار المسافات، وتجاوز الحدود السياسية، وتجاوز مقص الرقيب، وسرعة التداول، وامتلاك خاصية التفاعلية التي تفتقر إليها وسائل الإعلام الجماهيري التقليدية.[6]

ولذلك، فإن ثورة التكنولوجيا غيرت العالم، وتسللت إلى كل بيت من دون استئذان، واستخدمها كل فرد بطريقته، فمنهم من استسلم لاتجاهاتها السلبية، وتناسى قيم مجتمعه، ومنهم من انفرد بإيجابيتها فاستخدمها بما يفيد وينفع من دون التنازل عن القيم الأساسية له ولدينه، ومجتمعه. ومنهم من سيطرت عليه مواقع التواصل وبهرته، وسحبته إلى أسوأ ما فيها، ومنهم من أمسك بلجامها وأخذ ما ينفع، وترك الزبد يذهب جفاء بعيداً عنه.

ولم تميز تأثيرات هذه التكنولوجيا الحديثة بين صغير وكبير، وبين متعلم مثقف، وأنصاف المتعلمين، واستغلتها الجماعات الناشرة للفكر البناء، وفي الوقت ذاته سممتها جماعات الإرهاب، والجريمة المنظمة؛ بنشر أفكارها الهدامة، والمدمرة لعقول أبناء المجتمع، واجتذابهم إلى عالمها الأسود. لقد نشرت هذه الشبكات المرض بين فئات من المجتمع، وساعدت فئات أخرى على الشفاء من أمراضها، إنها شبكات حاملة لكل المتناقضات: حاملة للنفع والضرر، حاملة للخير والشر، للتواصل والتفرقة.[7]

شبكة الإنترنت

إن الفكرة الأولى للإنترنت تعود إلى عام 1945 عندما طرح فانيفار بوش Vannevar Bush آلة أطلق عليها اسم ميمكس Memex لتنظيم المعارف الإنسانية والربط بينها، وتمكين الباحثين من استعادة المعلومات بطريقة إلكترونية، والوصول إلى المعلومات المطلوبة. وفي عام 1947 طورت شركة إيه تي أند تي (AT&T)، الأمريكية المتخصصة في مجال صناعة الترانزستور هذا النظام الذي قاد إلى الثورة الرقمية، وتكنولوجيا الضغط الرقمي Digital Compression.[8]

وفي عام 1969 أنشئت أول شبكة اتصالات تخدم وزارة الدفاع الأمريكية، وتُستخدم في الشؤون العسكرية، وهي شبكة وكالة مشروع الأبحاث المتقدمة (ARAPANET) (Project AgencyNetwork Advance Research)، التي ربطت بين أربعة معامل بحثية متباعدة جغرافياً.

لكن الاستخدام الجماهيري الحقيقي والفعلي لشبكة الإنترنت، بدأ في عام 1993؛ نتيجة لضغط من الشركات بالتعاون مع بعض الأفراد في الحكومة الأمريكية، بعد أن اتضحت القيمة الحقيقة للمعلومات بالنسبة إلى عامة الشعب.[9]

وتتكون شبكة الإنترنت من عدد من واجهات العرض، أو القوالب التي تتميز عن بعضها بعضاً، من خلال تقسيمها على أساس المنتج، والهدف من الإنتاج، والمضمون، والتمويل والقيمة الاقتصادية للمضمون؛ لأن الإنترنت شبكة بينية تتشكل من حواسيب واسعة متصلة مع بعضها بعضاً، ولعل أهمها وأكثرها انتشاراً، المدونات بأنواعها، مثل: تويتر Twitter، والمنتديات الحوارية، ومواقع الدردشة، والبريد الإلكتروني، ومواقع الفيديو، ويوتيوب YouTube، ومواقع الصور؛ مثل فليكر Flickr، ومواقع الجماعات المؤلفة، مثل: ويكيبيديا Wikipedia، ومواقع الشبكات الاجتماعية، وعلى رأسها: موقع فيسبوك Facebook.[10]

وتعرف شبكة الإنترنت بأنها: نظام يتكون من مجموعة ضخمة من أجهزة الحاسوب، وهي متصلة فيما بينها بواسطة بروتوكول للمشاركة في المعلومات، وهي مفتوحة للجميع ضمن آلية معينة، وهذه الحواسيب موجودة في مواقع متعددة من العالم، وتشكل مع بعضها بعضاً نظاماً من الاتصالات العامة.

كما أن الإنترنت شبكة اتصالات عالمية، تسمح بتبادل المعلومات بين شبكات أصغر تنتقل من خلالها البيانات بين الحواسيب حول العالم، وتعمل وفق أنظمة محددة ومعروفة بالبروتوكول الموحد.[11]

وأخذت أذرع شبكة الإنترنت صفة العالمية؛ حيث إن التطور التقني الذي طرأ على استخدام التكنولوجيا، شمل كل ما يمكن استخدامه من قبل الأفراد والجماعات من خلال الشبكة العنكبوتية العملاقة، وأضحت التكنولوجيا الرقمية تعمل على نطاق عالمي لتحقيق بعض أحلام الإنسانية، وأرست قواعد ثقافية إلكترونية عالمية امتدت عبر الزمان

والمكان، وتجلى الربط بين تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في ظهور وسائل التواصل الاجتماعي التي أدت بمرور الزمن دوراً بارزاً في تشكيل اتجاهات الرأي العام، وبناء قناعاته الذاتية، والمواقف والآراء تجاه القضايا، والأحداث في مختلف المجالات.[12]

مواقع التواصل الاجتماعي: تعريفات ومفاهيم

يعد مفهوم مواقع التواصل الاجتماعي مفهوماً غير ثابت في الأدبيات النظرية؛ وذلك بسبب تداخل الآراء واختلافها في كيفية دراسة هذا المفهوم، ونظراً أيضاً إلى التطورات المتسارعة في عالم تقنيات الاتصال والإعلام، فقد عكس هذا المفهوم، التطور الذي طرأ على استخدام التكنولوجيا، وأطلق بشكل عام على كل ما يمكن استخدامه في التواصل بين الأفراد والجماعات على الإنترنت، ويتكون المفهوم من مصطلحين: الاجتماعي والتواصل، أو الشبكات، لأنه غالباً ما يوصف بأنه: شبكات التواصل الاجتماعي؛ ما يوحي بالعمومية، والاتساع في الحقل الاتصالي.[13]

وقد عرفت مواقع التواصل الاجتماعي أيضاً، بأنها عبارة عن مواقع على شبكة الإنترنت توفر لمستخدميها فرصة للحوار، وتبادل المعلومات، والآراء، والأفكار، والمشكلات من خلال الملفات الشخصية، وألبومات الصور، وغرف الدردشة، وغير ذلك.

وتعرف مواقع التواصل بأنها الشبكة الاجتماعية الرقمية، التي تتميز بأن لها مجموعة هويات اجتماعية، ينشئها أفراد أو منظمات لديهم روابط تنشأ نتيجة للتفاعل الاجتماعي، وتتمثل هيكلاً وشكلاً بديناميكية اجتماعية، وتنشأ من أجل توسيع العلاقات المهنية، أو علاقات الصداقة، وتفعيلها، ومن أبرز شبكات التواصل الاجتماعي الرقمية: فيسبوك، وتويتر، ويوتيوب.[14]

وينتسب إلى العالم الافتراضي الذي يتكون من تجمعات سكانية اجتماعية، ملايين الأفراد من أماكن متعددة من العالم؛ حيث يتواصلون فيما بينهم عبر شاشات الكمبيوتر

وآليات اتصالية أخرى من خلال الإنترنت، ويجمع بين أفراد هذه التجمعات اهتمام مشترك، من خلال ما يحدث من تفاعلات في المجتمع الواقعي، وكل شخص في هذا العالم الافتراضي يمتلك شخصية افتراضية، ويتعامل مع بيئة افتراضية، وشخصيات افتراضية للمستخدمين الآخرين.[15]

يعرف الإعلام الاجتماعي بأنه المحتوى الإعلامي الذي يتميز بالطابع الشخصي، والمتناقل بين طرفين، أحدهما مرسل، والآخر مستقبل، عبر شبكة اجتماعية ما، مع حرية الرسالة للمرسل، وحرية التجاوب معها للمستقبل.[16]

كما عرفت وسائل التواصل الاجتماعي، أو شبكات الإعلام الاجتماعي بأنها مواقع أو تطبيقات مخصصة لإتاحة القدرة للمستخدمين للتواصل فيما بينهم من خلال وضع معلومات، وتعليقات، ورسائل، وصور... إلخ.[17]

أهمية وسائل التواصل الاجتماعي

تؤدي وسائل التواصل دوراً كبيراً في حياة المجتمع والناس، بما تمتلكه من ميزات، تغلبت فيها على حدود الزمان والمكان، ورفعت سقف مستوى التفاعلية التي تعد مؤشراً فعالاً إلى نجاح العملية الاتصالية.

وفي بعض الأحيان، يمكن أن تكون وسائل التواصل الاجتماعي مصدراً موثوقاً به للأخبار، والتحديثات؛ لاعتمادها على شهود عيان من دون أن تخضع لعملية التحرير، أو يطالها مقص الرقيب.[18]

وحتى تحدث وسائل التواصل الاجتماعي تأثيراً كبيراً لدى مستخدميها، حرصت على أن تكون من أكثر المواقع اهتماماً وحرصاً على تطوير إخراجها الفني، وتصميمه بشكل دوري، وإيجاد علاقات جديدة بين الشكل والمضمون؛ انطلاقاً من حرص القائمين على تلك المواقع، والاستمرار في اجتذاب المستخدمين، وارتباط عاداتهم اليومية بتصفح

حساباتهم الشخصية، وكبح الإحساس بالملل خلال العلاقة الممتدة مع تلك الحسابات، ولعل موقعاً؛ مثل فيسبوك، يمكن أن يمنحنا نموذجاً مثالياً لذلك عبر التغيير الدوري الذي يقترحه على مستخدميه لشكل الصفحات الخاصة بكل منهم، وعمل نماذج جديدة لأرشفة الصور الخاصة بهم، أو تلك المتعلقة بالموضوعات التي يدونونها، أو فيما يختارونه من مواد إلكترونية يثبتونها على صفحاتهم، ويعلقون عليها، وكذلك الأمر بالنسبة إلى الموقع الاجتماعي الشهير تويتر، الذي يقدم لمستخدميه كل فترة تصميمات مختلفة للإعدادات، واقتراحات فنية مختلفة لخلفية صفحة حساب كل مستخدم.[19]

أنواع الشبكات الاجتماعية

تنقسم الشبكات الاجتماعية إلى أنواع عدة، من أبرزها:

1. **النوع الاجتماعي الأساسي**: يتكون هذا النوع من ملفات شخصية للمستخدمين، وخدمات عامة؛ مثل: المراسلات الشخصية، ومشاركة الصور، والملفات الصوتية، والمرئية، والروابط والنصوص، والمعلومات؛ بناء على تصنيفات محددة مرتبطة بالدراسة، أو العمل، أو النطاق الجغرافي؛ مثل: مواقع التواصل الاجتماعي المتعارف عليها، وماي سبيس MySpace.[20]

2. **تطبيقات شبكة الإنترنت**: مثل: فيسبوك، وتويتر، ويوتيوب، والمدونات، ومواقع الدردشة، والبريد الإلكتروني.

3. **تطبيقات قائمة على الأدوات المحمولة المختلفة**، ومنها أجهزة الهاتف الذكية، والمساعدات الرقمية الشخصية وغيرها.

4. **أنواع قائمة على منصة الوسائل التقليدية**؛ مثل: الراديو، والتلفزيون، ومواقع التواصل الاجتماعي للقنوات والإذاعات والبرامج، التي أضيفت اليها ميزات؛ مثل: التفاعلية، والرقمية، والاستجابة للطلب.

ويمكن أن نخلص إلى شبه اتفاق، بأن مواقع التواصل الاجتماعي تشير إلى حالة من التنوع في الأشكال والتكنولوجيا، والخصائص التي حملتها الوسائل المستحدثة غير التقليدية، ولاسيما فيما يتعلق بإعلاء حالات الفردية (Individuality)، والتخصيص (tomizationCus)، وتكون ثمرتها الأساسية هي التفاعلية. فإذا أطلق على الإعلام الجماهيري وصف إعلام واسع النطاق، وهو بهذه الصفة يعد إعلام القرن العشرين، فإن الإعلام الشخصي، والفردي هو إعلام القرن الحادي والعشرين؛ أي إعلام القرن الجديد.

وكل ذلك ساعد على تغيير انقلابي للنموذج الاتصالي الموروث، بحيث يسمح للفرد العادي بإيصال رسالته إلى من يريد في الوقت الذي يريد، وبطريقة واسعة متعددة الاتجاهات، وليس من أعلى إلى أسفل وفق النموذج الاتصالي التقليدي، وإضافة إلى ذلك، فإن مواقع التطبيقات الجديدة أُطلق عليها، موقع الواقع الافتراضي.[21]

تاريخ شبكات التواصل الاجتماعي

بدأت الشبكات الاجتماعية بالظهور في أواخر التسعينيات، وكان موقع Classmates.com، له سبق في ذلك؛ حيث أنشئت عام 1995 على يد راندي كونرادز Randy Conrands، للربط بين زملاء الدراسة؛ حيث قسم الموقع، المجتمع الأمريكي إلى ولايات، وكل ولاية إلى مناطق، وكل منطقة إلى مدارس عدة، وجميعها تشترك في هذا الموقع، ويمكن للفرد البحث في هذا التقسيم حول المدرسة التي ينتسب إليها ويجد زملاءه. أما موقع ماي سبيس فقد فتح آفاقاً واسعة أمامه، وحقق نجاحاً هائلاً منذ إنشائه عام 2003، بعد ذلك توالى ظهور مواقع التواصل الاجتماعي: فيسبوك، ويوتيوب، وتويتر.[22]

وهناك من يرى أنها ظهرت في عام 1997، على يد موقع SixDegrees.com الذي أتاح الفرصة للمستخدمين بوضع ملفات شخصية على الموقع، وإمكانية التعليق على

الأخبار الموجودة على الموقع، وتبادل الرسائل مع باقي المشتركين.[23] وركز هذا الموقع على الروابط المباشرة بين الأشخاص، بغض النظر عن انتماءاتهم العلمية، أو العرقية، أو الدينية، وكان ذلك، بداية للانفتاح على عالم التواصل الاجتماعي من دون حدود. وأتاح الموقع للمستخدمين مجموعة من الخدمات؛ من أهمها: إنشاء الملفات الشخصية، وإرسال الرسائل الخاصة بمجموعة من الأصدقاء، وبالرغم من ذلك، أغلق الموقع لعدم قدرته على تمويل الخدمات المقدمة من خلاله، وتبع ذلك ظهور مجموعة من مواقع التواصل الاجتماعي خلال الفترة (1997 - 1999).

وتعد بداية عام 2002 الميلاد الفعلي للشبكات الاجتماعية كما نعرفها اليوم، عندما ظهر موقع Friendster، في كاليفورنيا من قبل جوناثان أبرامز Jonathan Abrams، وتعتمد آلية عمل الموقع على التقنية المتعددة للأفراد على شبكات التواصل الاجتماعي في المجتمعات الافتراضية، والموقع عبارة عن دوائر عرض من صور وملفات الأصدقاء والأفراد. ويتم استخدامه على نطاق واسع في آسيا، وهو متاح بلغات عدة: (الإنجليزية، والصينية، واليابانية، والكورية، والإسبانية).[24]

وفي بداية عام 2003، ظهر موقع التواصل الاجتماعي الشهير ماي سبيس، وهو من أوائل مواقع التواصل الاجتماعي المفتوحة، وربما أكثرها شهرة على مستوى العالم، كما ظهرت بالتوازي معه العديد من مواقع التواصل الاجتماعي؛ مثل: لينكدإن Linkedin الذي بدأ رسمياً في الخامس من مايو عام 2003، ثم كانت النقلة النوعية في عالم شبكات التواصل الاجتماعي، ببدء موقع التواصل الاجتماعي الشهير فيسبوك؛ حيث انطلق رسمياً في الرابع من فبراير عام 2004، وبدأ هذا الموقع أيضاً في الانتشار بالتوازي مع شبكات التواصل الأخرى على الساحة، حتى تطور فيسبوك من المحلية إلى العالمية.[25]

أشكال شبكات التواصل الاجتماعي:

تتعدد تقسيمات مواقع شبكات التواصل الاجتماعية؛ تبعاً للخدمة المقدمة، أو الهدف من إنشائها، إلى الأنواع الآتية:

شبكات التواصل الاجتماعية بحسب الاستخدام والاهتمام:

1. **شبكات شخصية**: تكون عادة لشخصيات محددة، وأفراد ومجموعة أصدقاء تمكنهم من التعارف، وإنشاء صداقات بينهم؛ مثل موقع فيسبوك، وهو موقع اجتماعي بامتياز، ويسمح للمستخدمين بالانضمام إلى شبكات فرعية عدة من الموقع نفسه، وهي التي تصب في فئة معينة؛ مثل: منطقة جغرافية معينة، أو مدرسة معينة، أو غير ذلك من الأماكن التي تساعدك على اكتشاف المزيد من الأشخاص الذين يوجدون في فئة الشبكة نفسها.[26]

ويشير الاسم فيسبوك الذي أسسه مارك زوكربيرج Mark Zuckerberg حين كان طالباً في جامعة هارفارد، إلى دفتر ورقي يحمل صوراً ومعلومات لأفراد في جامعة أو مجموعة معينة، ويساعد فيسبوك على التواصل، والتفاعل الاجتماعي، في جميع أنحاء العالم وومن دون حدود، ويمكن المرء إضافة الأصدقاء ومراسلتهم ومعرفة أخبارهم، واهتماماتهم، وما يحبون أن يتحدثوا فيه، والدخول في نقاش معهم.[27]

2. **شبكات ثقافية**: تختص بفن معين، وتجمع المهتمين بموضوع، أو علم معين؛ مثل: موقع Library Thing.

3. **شبكات مهنية**: تهتم بأصحاب المهن المتشابهة وتجمعهم لخلق بيئة تعليمية، وتدريبية فاعلة؛ مثل: موقع لينكدإن Linkedin،[28] وهو من الشبكات الاجتماعية الأكثر أهمية، وهي التي تربط أصدقاء العمل بشكل احترافي، وكذلك أصحاب الأعمال والشركات، أي إن الشبكات الاجتماعية لا تتوقف عند الربط بين الأصدقاء والأشخاص فحسب، بل إن هناك تجمعاً لرجال الأعمال، وأصحاب الشركات والعاملين بها، ويجمع موقع لينكدإن أكثر من ثلاثين مليون مستخدم، وأكثر من (150) حرفة مختلفة؛ إذ يمكن للمستخدم من خلال تلك الشبكات، كتابة سيرته الذاتية في مجال تعليمه، وعمله، ويمكن أن يدعو أصدقاء لتزكيته لأشخاص آخرين

لبدء مجالات عمل جديدة فيما بينهم، وتتضمن ملفات شخصية للمستخدمين، وتتضمن سيرتهم الذاتية، وما قاموا به في سنوات دراستهم وعملهم، ومن قاموا بالعمل معهم؛ ولذلك، فإن تلك الشبكات تعد من المجالات التي تتسم بمستقبل كبير بعيداً عن صراع الشبكات.[29]

مواقع شبكات التواصل الاجتماعي بحسب الخدمات وطريقة التواصل:

1. شبكات تتيح التواصل الكتابي.
2. شبكات تتيح التواصل الصوتي.
3. شبكات تتيح التواصل المرئي.

وتتنافس هذه الشبكات الاجتماعية؛ لتوفير أكثر من طريقة للتواصل؛ حتى تلبي حاجات جميع شرائح المجتمع الافتراضي.

مواقع شبكات التواصل الاجتماعية بحسب طبيعة الاستخدام:

1. شبكات داخلية خاصة Internal Social Networking

تتكون هذه الشبكات من مجموعة من المستخدمين، وهي تمثل مجتمعاً مغلقاً، أو خاصاً يمثل الأفراد داخل شركة، أو مجتمع، أو تجمع ما، أو داخل مؤسسة تعليمية، أو منظمة، ويتحكم في دعوة هؤلاء الأشخاص فقط، إلى الدخول إلى الموقع، والمشاركة في نشاطات من تدوين، وتبادل آراء، وملفات، وحضور اجتماعات، والدخول في مناقشات مباشرة، وغير ذلك من النشاطات؛ مثل شبكة Linkedin.

2. شبكات خارجية عامة External Social Networking

وهي شبكات متاحة لجميع مستخدمي الإنترنت، ويُسمح فيها للعديد من المستخدمين بالمشاركة في نشاطاته بمجرد أن يقوم المستخدم بالتسجيل في الموقع، وتقديم نفسه للموقع؛ مثل شبكة فيسبوك.[30]

مواقع الشبكات الاجتماعية الرقمية وفقاً للأهداف التي ترمي إلى تحقيقها:

1. **شبكات التنشئة الاجتماعية**: وهي الشبكات التي أنشئت من أجل التسلية، والترفيه، والتواصل الاجتماعي بين المستخدمين، وغالباً ما تُستخدم للعثور على أشخاص، وعرض قوائم الأصدقاء الموجودة على الشبكة؛ مثل: فيسبوك، وماي سبيس.
2. **شبكات التواصل الاجتماعي**: وهي الشبكات التي تستخدم من أجل إيجاد علاقات، وصداقات جديدة، وتضم عدداً كبيراً من أسماء المستخدمين غير المعروفين؛ مثل موقع Linkedin.
3. **شبكات الإبحار**: وهي وسيلة لمساعدة المستخدمين في شبكة الإنترنت على إيجاد نوع معين من المعلومات، أو المصادر، أو البيانات، كما تستخدم من أجل نشر قوائم الاتصال، وقوائم توفير سبل الوصول إلى المعلومات، والموارد المرتبطة بها؛ مثل موقع Digg، وهو موقع روابط إنترنت.[31]

دور وسائل التواصل الاجتماعي في التغيير:

سيؤدي تطور وسائل التواصل الاجتماعي، أو الإعلام الاجتماعي في المستقبل إلى تغيرات تنعكس على كثير من المسلمات الراهنة، بحيث تصبح تطبيقاتها في الغد واقعاً، يلزمنا أن نتأقلم معه من دون صدمة معرفية، أو إشكالية في التعامل.[32]

وقد شهد العالم برمته في بداية الألفية الثالثة ثورة حقيقية في الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات، وأصبح العالم يعيش برمته على وقع تطور التكنولوجيا، وثورة الإنترنت، التي جمعت بين النصوص، والصور، والفيديو، والصوت في نموذج واحد.[33]

إن ما بعد نهايات القرن العشرين لا يشبه ما قبلها أبداً، وخصوصاً في مجال الاتصال، والوصول السريع إلى المعلومات، والنهضة التقنية العارمة؛ إذ شهدت تطورات أسهمت في اختصار المسافات، وتمكين التواصل، وتفعيل إرسال المعلومات، واستقبالها بطرائق حديثة ومبتكرة، مُلغية حدود الزمان والمكان.

وتعد شبكة الإنترنت، من أهم ما شهدته البشرية أخيراً على صعيد الإعلام، والاتصال، في ظل ما تمتلكه من وسائل وإمكانات، ومنصات تفاعلية واكبتها عجلة التطور، فصارت هذه الشبكة مقصد الناس بمختلف توجهاتهم، ونياتهم، ودوافعهم؛ وذلك عائد إلى اختلاف الناس في القدرات، والمستويات، وكذلك رغباتهم، واحتياجاتهم، فالطبيب يبحث عبر الإنترنت عمّا يفيد تخصصه، والطالب الجامعي يستخدمه لغايات معرفية، أو بحثية.

ولعل أبرز منصات الإنترنت التفاعلية موقع يوتيوب، وخاصة في ظل التطور الديمومي الذي يشهده هذا الموقع على صعيد التفاعل، والاستجابة، وتطوير الردود، وهذا الموقع يحوي ملايين مقاطع الفيديو المختلفة الموضوعات، والزمان، والمكان، والطبيعة، والعناوين. ويعدّ هذا الموقع في كثير من الأحيان، مرجعاً بحثياً، أو منهلاً علمياً، أو مقصداً معرفياً للجميع، وكل واحد يطوعه لخدمته في المجال الذي يعمل فيه، ويحرص أساتذة الجامعات بحكم المرحلة الأكاديمية التي يُدرّسون فيها على استخدام هذا الموقع للاستفادة، أو الاستزادة المعلوماتية وللنشر، والتواصل، ثم تسخير العائد العلمي، والمردود المعرفي لخدمة الطلبة، ومساقاتهم الدراسية، وتحفيزهم وشحذ هممهم، مستفيدين في ذلك من التقنية الحديثة، وتكنولوجيا الاتصال، وثورة الإنترنت.

وتمكنت التكنولوجيا الرقمية من العمل على نطاق عالمي؛ لتحقيق بعض أحلام الإنسانية، وأرست قواعد ثقافية إلكترونية عالمية، امتدت عبر الزمان والمكان، وتجلى الربط بين تكنولوجيا المعلومات، والاتصالات في ظهور وسائل التواصل الاجتماعي التي أدت بمرور الوقت، دوراً بارزاً في تشكيل اتجاهات الرأي العام، وبناء القناعات الذاتية، والمواقف والآراء تجاه مختلف القضايا، والأحداث في مجالات متعددة.[34]

مواقع التواصل الاجتماعي والاستثمار

من بين ما تتابعه الصحافة المهتمة بوسائل التواصل الاجتماعي الجديدة، وخصوصاً تلك المختصة بالاقتصاد والمال، متابعة القيمة المادية لمواقع التواصل الاجتماعي، أو

- بالأحرى - للشركات المؤسسة لها، وهي مبالغ خرافية، وربما يظن الكثيرون أن السبب الأساسي لارتفاع قيمة تلك الشركات، ولحجم استثماراتها يعود إلى ما يمكن لتلك المواقع الاجتماعية من توفيره من مبالغ مالية مقابل الإعلانات، ولكن الأهم من ذلك، هو الخدمات التي تقدمها البيانات الخاصة بالمستخدمين للمحللين والخبراء في مجالات عديدة طبية، وعلمية، وصحية، وغيرها، وخصوصاً في الموقعين الأكثر شهرة: تويتر، وفيسبوك.

ولكن هذه المعلومات الخاصة بتقييم قيمة الشركات العملاقة الخاصة بالتواصل الاجتماعي، ظهرت عند الارتفاع المذهل لقيمة تلك المواقع؛ ما جعل المتعاملين مع البورصة يتساءلون: هل يمتلك موقع تواصل اجتماعي، مثل فيسبوك حقاً، ما يسوغ أن تصل قيمته إلى 135 مليار دولار؟ وهل يمكن لموقع مثل تويتر الذي يعد اليوم واحداً من المواقع الناجحة في أرجاء العالم، أن تصل قيمة السهم فيه إلى 34 دولاراً، أي إن قيمة الموقع السوقية تصل إلى 14 مليار دولار.[35]

إن الوسائل التواصلية الجديدة، غالباً ما ينحصر دورها في استكمال العجز الملحوظ في أداء وسائل الاتصال القديمة، ولا يتجاوزه إلى ما هو أبعد، كما قد يعتقد بعضهم خطأً؛ لأن الأمر، لو كان كذلك، لاندثر الخطاب الشفهي بمجرد ظهور الكتابة، ولأصبح ابتكار وسائط جديدة مؤشراً إلى أفول أخرى قديمة، وهو ما يتنافى وواقع الأمر، وخصوصاً أن مبدأ الابتكار في هذا المجال - كما في غيره - يقوم أساساً على توسيع الإمكانية التواصلية القديمة، وتطويرها لتشمل وظائف جديدة، لا على إعادة استنساخها حرفياً بوسائل تواصلية جديدة.[36]

وقد بدأت وسائل التواصل الاجتماعي، تؤدي دوراً جديداً في المجتمع من خلال رصد، ونقل ما يدور في المجتمع من أحداث، وقضايا، ومسائل؛ ما يمكننا أن نلحظ فيه دوراً جديداً تقوم به وسائط التواصل الاجتماعي الحديثة، وهو الدور الرقابي في المجتمع. والدور الرقابي هنا، ليس بمعنى الوصاية، بل بمعنى الدور الذي تمارسه الجهات الرقابية الحكومية، أو الأهلية؛ من أجل تقويم أعمال المؤسسات، والسلطات التنفيذية، والجهات الحكومية، والشركات الخاصة.[37]

لقد أحدثت شبكة الإنترنت ثورة عارمة في عالم الصحافة؛ إذ لجأت غالبية الصحف العالمية إلى حجز مواقع لها على الشبكة؛ لتقديم الصحيفة إلى القراء عبر شبكة الإنترنت، وهذه التقنية الجديدة تفرض على الصحف الإبداع والابتكار، والخروج من المألوف؛ وهذا يعني أن الشبكة فرضت منطقاً جديداً غيَّر الكثير في ميدان صناعة الأخبار، وتبادلها.[38]

وهناك أدلة تجريبية على أن العالم العربي أصبح يعتمد على شبكات التواصل الاجتماعي بشكل كبير في بداية العام 2001؛ من أجل التعبئة السياسية والمدنية، والاجتماعية عبر الإنترنت.[39]

الإنتاج العربي على شبكة الإنترنت - المحتوى الرقمي العربي

ارتبطت ثورة تكنولوجيا الاتصالات والمعلومات وهذا الانفجار التقني غير المسبوق بالمحتوى الرقمي الذي يطرح، في عصر جديد أصبح قوامه التطورات المتلاحقة والسريعة في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وقد تغيرت في هذا العصر، مفاهيم الزمان والمكان، والإنسان، والطبيعة والوجود؛ الأمر الذي أسهم في حدوث تحولات جذرية على مستوى تصور الإنسان لذاته ولغيره، والعالم من جهة، والواقع الاجتماعي الفعلي المعيشي من جهة أخرى.[40]

إن الإنتاج العربي على شبكة الإنترنت ضئيل مقارنة بما هو منتج على مستوى العالم، ويعاني الإنتاج العربي ضعفاً واضحاً للمحتوى الرقمي العربي على شبكة الإنترنت على مستوى النصوص، والصور، والفيديوهات، والرسوم المتحركة، والصوت، والخرائط، والتطبيقات الإلكترونية التي يمكن بثها على الإنترنت وشبكات الكمبيوتر؛ حيث إن إنتاج العرب للمحتوى الرقمي عبر الشبكة يتراوح بين (1.5٪ و2٪)، ولا يتجاوز في أحسن حالاته 3٪ من إجمالي المحتوى الرقمي العالمي، وإن هذه النسبة تسير بانخفاض مستمر.[41]

وفي ظل هذ الإنتاج الضعيف، الذي يوازيه عالمياً تطور كبير بالشكل والمضمون للمحتوى، يظهر تحدٍّ كبير في مستقبل الأمة العربية ومصيرها، ويصبح نجاحها متعلقاً في

إقامة صناعة محتوى رقمي؛ كشرط لا بديل عنه لدخول المجتمعات المعرفية في عصر المعلومات، ودخول صناعة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتجسير الفجوة الرقمية التي تزداد اتساعاً بين المواطن العربي، والعالم المتقدم، كما أن صناعة المحتوى تعد أهم صناعات مجتمع المعرفة؛ لأنها صناعة استراتيجية، ولها بعد تنموي.[42]

إن تكنولولوجيا المعلومات والاتصال لم تعد مجرد وسائل للتواصل والاستخدام من قِبل الإنسان في مختلف مجالات الحياة، بل صارت قوى بيئية، وإنثروبولوجية، واجتماعية، وتفسيرية، تخلق واقعنا الفكري، والمادي وتشكله، وتغير فهمنا لذواتنا، وتحول الكيفية التي تربطنا بعضنا ببعض، كما أنها تربطنا بذواتنا، وتحسن من كيفية تفسيرنا للعالم حولنا، وكل هذا يجري بصورة واسعة الانتشار، بعمق، ومن دون هوادة.[43]

ويشمل المحتوى الرقمي نطاقاً عريضاً من السلع والخدمات، والأدوات، ونتاج صناعة المحتوى وأدوات تطويره، وتأمينه، وتوزيعه؛ حيث يشمل نطاقاً عريضاً من التكنولوجيا ووسائل العرض؛ أي إن المحتوى الرقمي عبارة عن كل ما أمكن تحويله إلى شكل رقمي، أو إنتاجه للمرة الأولى رقمياً، سواء كان ذلك على شكل محتوى نصي، أو بصري، أو سمعي، أو سمعي - بصري، أو على شكل برمجيات مشفرة، سواء كان المحتوى متاحاً عبر شبكة الإنترنت، أو غيرها من شبكات الاتصال، أوعلى الخط غير المباشر.[44]

وقد ظهرت بعض الشبكات الاجتماعية العربية، ولكنها لم ترتقِ إلى منافسة الخدمات التي تقدمها الشبكات الاجتماعية الكبرى، ومنها الشبكة الاجتماعية العربية "مكتوب"، وكان من أكبر المواقع العربية وأشهرها التي طورت في نظامها، وهو شبكة اجتماعية تجمع مستخدمي الموقع، وتقدم لهم العديد من الخدمات.[45]

معوقات صناعة المحتوى الرقمي

بما أننا نتحدث هنا عن أزمة، ونبحث عن حل علمي لها، فلعل أهم خطوة هنا هي تحديد معوقات صناعة المحتوى الرقمي العربي، وهي تتمثل بما يأتي:

- عدم وجود نظم فعالة تشجع على الابتكار لإنتاح المعرفة.
- غياب السياسات العقلانية الناجحة التي تضمن تجذير القيم، والأطر المؤسساتية الداعمة لمجتمع المعرفة.
- الاعتقاد الخاطئ المتعلق بإمكانية بناء مجتمع المعرفة من خلال استيراد نتائج العلم فقط، من دون الاستثمار في إنتاج المعرفة محلياً.
- الاعتماد في تكوين الكوادر العلمية على التعاون مع الجامعات، ومراكز البحث فقط في البلدان المتقدمة معرفياً، من دون الحاجة إلى خلق التقاليد العلمية المؤدية إلى إكساب المعرفة عربياً.
- غياب السياسات والرؤى المستقبلية، وضعف البنى التنظيمية، وغياب البعد الإقليمي ثم عدم تقاسم الموارد.[46]

مواقع التواصل الاجتماعي: الإمكانات والقدرات

تمتلك مواقع الشبكات الاجتماعية قدرة اتصالية قوية جداً ومؤثرة؛ حيث تمكن من الاتصال من خلال دوائر متسعة من الوسائل بشكل غير مسبوق، وهو ما يعمل على الدمج بين نشاطات عديدة منفصلة؛ من بينها: البريد الإلكتروني، والرسائل، وبناء مواقع الويب، وكتابة اليوميات، وتحميل ألبومات الصور أو ملفات الموسيقا، أو الفيديو.

ويبدو للعديدين أن خلق المحتوى على الإنترنت، وإتاحته من خلال شبكة، يصبحان بالتدريج وسيلة مكملة لهوية الفرد، وأسلوب حياته، وعلاقاته الاجتماعية. وتركز التقديرات المتفائلة على النواحي الجديدة للتعبير عن الذات، والقدرة على التعايش المجتمعي، والاهتمام بالمجتمع وقضاياه، والإبداع، والثقافات الجديدة.[47]

وفيما يخص مجالات التواصل التي تخدمها شبكة الإنترنت، فإنها تسهل عملية التواصل بين الأشخاص إضافة إلى خدمات الكتابة النصية، والصوتية المرئية، كما توفر

أغلب وسائل الراحة والترفيه والتسلية، ومن ناحية أخرى، تفتح آفاقاً جديدة لتمنح الأفراد الفرص للتعبير عن آرائهم واتجاهاتهم بكل حرية، وديمقراطية بعيداً عن المساءلات الاجتماعية، والسياسية.[48]

أما فيما يتعلق بالدور الميداني، فقد كان لوسائل التواصل الاجتماعي دور إعلامي بديل في ظل الإعلام التائه الذي يتوزع بين إعلام حكومي رسمي تقليدي، في وجهة نظره وزوايا نقده للأحداث المعروفة، وكأن لا شيء يحدث على الأرض إطلاقاً، وإعلام حزبي له توجهاته الأيديولوجية، أو الحزبية، أو إعلام خاص له توجهات مرتبطة بشكل، أو بآخر بأصحاب المصالح المؤسسين للوسائل الإعلامية؛ ولذا، تحتم وجود حل وسط من طرف شفاف يصل المواطن الذي يجلس في منزله وبين الأحداث التي تدور حوله؛ ولذا، احتلت وسائل التواصل الاجتماعي - أيضاً - هذا الدور بقوة.[49]

نبذة عن أشهر مواقع التواصل الاجتماعي

1. المدونات: المدونة هي المصطلح، أو التعريب الأكثر قبولاً لكلمة Blog الإنجليزية التي تحتوي على كلمتين Web log وتعني سجل الشبكة، وعادة ما تكون لفرد يقوم بإدخال تعليقات، أو يصف حدثاً معيناً، ويرفق ذلك بمواد ورسومات، أو فيديو، وتكون المدخلات مرتبة ترتيباً زمنياً تصاعدياً، وتعد قدرة القارئ على أن يضع تعليقات في شكل تفاعلي جزءاً مهماً في العديد من المدونات.[50]
2. تويتر: وهو شبكة اجتماعية يتم من خلالها التواصل بين الأعضاء بوسائل عدة، وأهمها ما يقدمه عن طريق رسائل الجوال القصيرة SMS، وعن طريق خدمات برامج المحادثة، أو عن طريق الموقع مباشرة.[51]

ويعد موقع تويتر من مواقع الشبكات الاجتماعية التي تقدم خدمة تدوين مصغر يسمح لمستخدميه بإرسال تغريدات عن حالتهم بحد أقصى 140 حرفاً للرسالة الواحدة، مباشرة عن طريق موقع تويتر، أو عن طريق إرسال رسالة نصية قصيرة

SMS، أو برامج المحادثة الفورية، أو التطبيقات التي يقدمها المطورون؛ مثل: فيسبوك، TwitBird، Twitterrific، Twhirl، Twitterfox؛ حيث تظهر هذه التحديثات في صفحة المستخدم، ويمكن أن يقرأها الأصدقاء مباشرة من صفحاتهم الخاصة، أو زيارة ملف المستخدم الشخصي.

وتويتر هو إحدى شبكات التواصل الاجتماعي التي انتشرت في السنوات الأخيرة، وأدت دوراً كبيراً في الأحداث السياسية في بعض البلدان، وخاصة منطقة الشرق الأوسط، وتونس، ومصر، وكان موقع تويتر بمنزلة أحد الأعمدة الرئيسية في نشر أحداث ما يسمى الربيع العربي، وأخذ تويتر اسمه ممن مصطلح (تويت) الذي يعني التغريد، واتخذ من العصفورة رمزاً له.[52]

ويرى المطورون أن تويتر يمتلك إمكانات لا حدود لها، ويستفيدون من هذه المدونة في البرمجة والتطبيقات، وخصوصاً أن تويتر يقدم خدماته التدوينية المصغرة مجاناً لكل المستخدمين؛ شأنه شأن شبكات التواصل الاجتماعي الأخرى، ومن الأمور اللافته للنظر، أن تويتر دأب دائماً على إضافة إمكانات جديدة لمستخدميه؛ ومنها مثلاً: أن هناك الكثير ممن يتابعونك على صفحتك الشخصية، وليس بالضرورة أن تتابعهم، والعكس صحيح، فهناك من تتابعهم، ولا يعني ذلك أنهم سيتابعونك.[53]

3. فيسبوك: هو موقع للتواصل الاجتماعي يمكن الدخول إليه مجاناً، وتديره شركة فيسبوك المحدودة المسؤولية كملكية خاصة لها، ويستطيع المستخدمون الانضمام إلى الشبكات التي تنظمها المدينة، أو جهة العمل، أو المدرسة، أو الإقليم، وذلك من أجل الاتصال بالآخرين، والتفاعل معهم، وكذلك، يمكن إضافة أصدقاء إلى قائمة أصدقائهم، وإرسال الرسائل إليهم، وتحديث ملفاتهم الشخصية، وتعريف الأصدقاء بأنفسهم.

وموقع فيسبوك تم إنشاؤه في فبراير 2004 بواسطة مارك زوكربيرج؛ وذلك في غرفته بجامعة هارفارد، وقد كان الموقع في البداية متاحاً لطلاب جامعة هارفارد فقط، ثم

فُتح لطلاب الجامعات، ثم لطلاب الثانوية، ولعدد محدود من الشركات، وفي عام 2007 تم فتحه لأي شخص يرغب في فتح حساب فيه.

ويرى مخترع فيسبوك مارك زوكربيرج، أن فيسبوك الذي جعل العالم أكثر انفتاحاً، هو حركة اجتماعية Social Movement، وليس مجرد أداة، أو وسيلة للتواصل، وأنه سوف يحل محل البريد الإلكتروني وسوف يسيطر على كل نواحي النشاط البشري على الشبكة العنكبوتية؛ ومن ثم فإنه يوصف بكونه دليل سكان العالم، وأنه موقع يتيح للأفراد العاديين أن يصنعوا من أنفسهم كياناً عامّاً من خلال الإدلاء والمشاركة بما يريدونه من معلومات حول أنفسهم، واهتماماتهم، ومشاعرهم، وصورهم الشخصية، ولقطات الفيديو الخاصة بهم.

4. ماي سبيس: موقع يقدم خدمات الشبكات الاجتماعية، وهي شبكة تفاعلية بين الأصدقاء المسجلين في الخدمة، ويقدم خدمات أخرى؛ كالمدونات، ونشر الصور، والموسيقا، ومقاطع الفيديو، وعلى المجموعات البريدية، وملفات المواصفات الشخصية للأعضاء المسجلين. ويقع مقر الشركة في سانتا مونيكا في كاليفورنيا في الولايات المتحدة، ويقع مقر الشركة الأم نيوز كوربوريشن في نيويورك، ويعد موقع ماي سبيس سادس أكثر مواقع الويب باللغة الإنجليزية شعبية في العالم.

5. يوتيوب: هو أحد المواقع الإلكترونية على شبكة الإنترنت، وتُحمل عليه يومياً أفلام من صنع الهواة من حول العالم، والكثير تم تصويره بكاميرا جهاز الهاتف المتحرك؛ لنقل حدث ما غريب، أو مضحك، أو مثير، وكثير منها أُنتج لدوافع فنية، أو سياسية، أو جمالية، أو لإيصال رسالة شخصية عن مسألة تهم منتج الفيلم، ويتضمن الموقع أيضاً أنواعاً لا حصر لها من كليبات الفيديو التيلفزيونية والأفلام الغنائية المصورة، ومدونات الفيديو اليومية.[54]

وتقوم فكرة الموقع، على إمكانية إرفاق أي ملفات تتكون من مقاطع تصوير فيديو على شبكة الإنترنت، بحيث تكون متاحة لملايين الأشخاص في العالم من دون أي تكلفة مادية.[55]

خدمات مواقع الشبكات الاجتماعية

تتيح مواقع الشبكات الاجتماعية العديد من الخدمات التي تختلف من موقع إلى آخر، ويمكن إيجازها بالآتي:

1. إنشاء ملفات شخصية توفر للمشترك في الموقع، عمل ملف خاص به يحتوي على جميع البيانات، والمعلومات التي أدخلها عند تسجيله على مواقع الشبكات الاجتماعية: (اسمه، ووظيفته، وتاريخ ميلاده، وحالته الاجتماعية، والهوايات... إلخ) ويمكنه استغلاله لنشر ذكرياته الخاصة، وصوره، وتعليقاته، وكل ما يدور في ذهنه بشكل مستمر من دون حدود، وهذا الملف يمكن لأي أشخاص متصلين مع بعضهم بعضاً الاطلاع بسهوله عليه.
2. نشر الصور، وأرشفتها؛ ما يتيح للمشترك إمكانية إعداد ألبوم الصور الخاصة به، كما يستعرض من خلالها صور أصدقائه المضافين لديه، وصور عائلته، وصور مناسباته الخاصة، أو العامة.
3. خدمات الفيديو وأرشفته: وهذه توفر للمشترك إمكانية تحميل الفيديوهات الخاصة به، ومشاركتها على هذا الموقع، إضافة إلى إمكانية تسجيل لقطات الفيديو مباشرة، وإرسالها رسالة مرئية.
4. خاصية المجموعات: تتمتع جميع الشبكات الاجتماعية بإمكانية إعداد مجموعة اهتمام لها هدف يجمعها، وتقدم خدمات ما على مستوى الشبكة، وهذه الصفة قد يجعلها أصحابها مقصورة على بعض الأفراد، أو قد تكون عامة للجميع؛ حيث يمكن - مثلاً - لعائلة بأكملها عمل مجموعة على موقع من مواقع الشبكات الاجتماعية وتغلقها، ولا تتيح لأي فرد غريب عنهم الدخول، أو الاشتراك في هذه المجموعة، ويمكن أيضاً أن تكون هذه المجموعة عامة، وتستقبل عضواً مشتركاً على موقع الشبكة، وهذه الخاصية تتيح مشاركة الأفكار، وعقد منصات حوارية تفاعلية مستمرة بين الأعضاء في أي وقت، وإخبار باقي أعضاء المجموعة غير المتصلين حين اتصالهم بما حدث من

تطوير وتفاعلات وغيرها، وهذه الخاصية أيضاً يمكنها استخدام خاصية الفيديو، والصور التي سبق الحديث عنها.

5. خاصية الأحداث المهمة: وتتيح للمشتركين إمكانية الإعلان عن حدث ما جارٍ حدوثه، وإخبار الأصدقاء، والأعضاء به.

6. خاصية الإعلان: عن أي منتج تود "الإعلان عنه"، أو البحث عن أي منتج ترغب في شرائه.

7. خدمة المدونات: وهي إمكانية التدوين من خلال الموقع، وهذه الخدمة توفر للمشترك إعداد ملف كامل عنه، وعن حياته، واهتماماته، ويمكنه تقديم روابط مفيدة لمن هم في مجاله ذاته، ولهم الاهتمامات نفسها.[56]

وظائف شبكات التواصل الاجتماعي

1. **التعريف بالذات:** وهي الخطوة الأولى للدخول إلى مواقع التواصل الاجتماعي، وهي إنشاء صفحة معلومات شخصية، وهي الصفحة التي يضعها المستخدم ويطورها، ويقوم من خلالها بالتعريف بنفسه عبر النصوص المصورة، والصوت، والتعليقات، والفيديوهات، والموسيقا، وغير ذلك من الوظائف الأخرى.[57]

2. **الملفات الشخصية**، أو **الصفحات الشخصية (page profile)**: وتُمكن الملفات الشخصية التعرف إلى اسم الشخص، ومعرفة المعلومات الأساسية عنه كالجنس، وتاريخ الميلاد، والاهتمامات والصور الشخصية، إضافة إلى غير ذلك من المعلومات. ويعد الملف الشخصي بوابة الدخول إلى عالم الشخص، فمن خلال الصفحة الرئيسية للملف الشخصي، يمكن مشاهدة نشاط الشخص أخيراً، ومعرفة أصدقائه، والصور الجديدة التي وضعها... إلى غير ذلك من النشاطات.[58]

3. **تكوين مجتمع افتراضي**: تُمكن مواقع التواصل الاجتماعي الأفراد من خلق صداقات مع الأشخاص الذين يبادلونهم الاهتمام والمحتوى، وتساعد في تجسيد الواقع

الافتراضي الموجود منذ بداية تطبيقات الإنترنت، غير أن مواقع التواصل الاجتماعي دعمت عملية الاتصال.

4. **التفاعلية**: إن الاهتمام بالمواقع يبنى من خلال مصلحة مشتركة ذات اهتمام واحد كالسياسة والموسيقا، والتفاعلية تمكن المتلقي من المشاركة، وذلك عكس الإعلام القديم.

5. **التفتيت**: وتعني تعدد الرسائل التي يمكن الاختيار من بينها لتلائم الأفراد، أو الجماعات الصغيرة المتجانسة، بدلاً من توحيد الرسائل لتلائم الجماهير العريضة.

6. **الحركة والمرونة**: يمكن تحريك الوسائل الجديدة إلى أي مكان: (الحاسب الشخصي، والهاتف المحمول، وكاميرا الفيديو المحمولة).

7. **قابلية التحويل**: أتاح الاتصال الرقمي إمكانية تحويل الإشارات المسموعة إلى رسائل مصورة، أو مطبوعة، والعكس كذلك صحيح.[59]

مميزات مواقع التواصل الاجتماعي:

تتميز مواقع التواصل الاجتماعي بالعديد من الصفات، والميزات، والخدمات التي أسهمت في تسريع انتشارها بين المستخدمين، بحيث تتيح لجميع الأفراد إمكانية استخدامها ومشاركة النشاطات، والاهتمامات، وتكوين الصداقات، والانضمام إلى تجمعات افتراضية، وتبادل الرسائل والتعليقات الفورية، ويمكن تحديد أبرز مميزات مواقع التواصل الاجتماعي بما يأتي:

أولاً: الحضور الدائم غير المادي: توفر مواقع التواصل الاجتماعي إمكانية التواصل بين المستخدمين من دون الحاجة إلى الالتقاء في وقت واحد، ومكان محدد، وذلك بإرسال الرسائل، والصور، والمعلومات، أو غيرها إلى المستخدم الآخر الذي يمكن له الرد على الرسالة في وقت لاحق، وبالطريقة ذاتها، كما يمكن

المستخدمين، التواصل بصورة مباشرة، سواء من خلال الدردشة النصية، أو من خلال مكالمات الصوت، والصورة.[60]

ثانياً: **العالمية**: تلغى الحواجز الجغرافية، والمكانية، وتتحطم فيها الحدود الدولية، ويستطيع الفرد في الشرق التواصل مع الفرد في الغرب ببساطة، وسهولة.

ثالثاً: **التنوع وتعدد الاستعمالات**: إذ يستخدمها الطالب للتعلم، والعَالِم لبث علمه، وتعليم الناس، والكاتب للتواصل مع القراء.

رابعاً: **سهولة الاستخدام**: فالشبكات الاجتماعية تمتاز ببساطة اللغة، واستخدم الرموز، والصور التي تسهل للمستخدم التفاعل.

خامساً: **اقتصادية الاستخدام**: تتميز شبكات التواصل الاجتماعي بأنها اقتصادية في الوقت، والجهد، والمال، في ظل مجانية الاستخدام، والاشتراك، والتسجيل، فالفرد البسيط يستطيع امتلاك حيز على شبكات التواصل الاجتماعي؛ فهي ليست حكراً على أصحاب الأموال، أو على جماعة دون أخرى،[61] وقد أصبحت خدمات شبكة الإنترنت من الخدمات الأساسية في الحياة العامة، المتوافرة للجميع مجاناً أو بشكل شبه مجاني؛ الأمر الذي يجعلها وسيطاً يصل إلى أكبر عدد من شرائح المجتمع.[62]

سادساً: **الانسيابية من الرقابة**: وفرت وسائل التواصل الاجتماعي الحرية المطلقة للإعلام، وتخطي الحدود، والحواجز المحلية والدولية، وحدود القانون، والرقابة المرتكزة على تقييد حرية الإعلام والمعتقد، والتعبير في معظم البلدان.

سابعاً: **المستقبلية**: إن اعتماد شبكات التواصل الاجتماعي على الإنترنت والتكنولوجيا الحديثة يخفض من التكاليف، ويوسع دائرة مستخدميها، وخاصة مع انتشار أجهزة النشر الإلكتروني، ووسائل الاتصال الإلكترونية المحمولة في كف اليد، التي يستطيع حاملها الدخول على الإنترنت والتواصل مع من يريد.[63]

الخصائص العامة لشبكات التواصل الاجتماعي

هناك مجموعة من السمات والمعالم الأساسية التي نستطيع أن ننسبها إلى مواقع التواصل الاجتماعي، وهي المتمثلة بـ (فيسبوك، وتويتر، ويوتيوب)، ومن أهمها:

1. مواقع التواصل الاجتماعي تؤمِّن، وتُمكن قواعد، ومنصات تفاعلية على شبكة الإنترنت عالمياً، من خلال مشاركة المستخدمين في التعليق على المحتوى.
2. وسائل الإعلام الاجتماعية تمتلك خصائص عدة تشتمل على مجموعة واسعة من المحتوى، بما في ذلك: النص، والفيديو، والصور، والصوت.
3. تمتاز بسرعة تبادل المعلومات؛ معززة باتساع نطاق نشر مثل تلك المعلومات.
4. يمكن أن يتم الاتصال عن طريق الحاسوب، أو الهواتف المحمولة.
5. وسائل الإعلام هي أداة تسويقية جديدة للمنتجات والبضائع، والأفكار التي تسمح بالتعرف إلى الزبائن، والتوقعات المستقبلية.[64]
6. اللامكان: بمعنى أن تطبيقات الإنترنت تتخطى كل الحواجز الجغرافية والمكانية؛ حيث تمر خلالها كميات هائلة من المعلومات خلال الحدود عبر شكل من إشارات إلكترونية لا تتخطى التضاريس.[65]
7. التكاملية: أي الإمكانية المتوافرة للمستخدم، بحيث يمكنه في أثناء تعرضه لمواد إعلامية، اختيار ما يراه مطلوباً للطباعة، أو التخزين، أو التسجيل، أو إعادة الإرسال.[66]

إيجابيات مواقع التواصل الاجتماعي وسلبياتها

أولاً: الإيجابيات

تتلخص أهم إيجابيات استخدامات مواقع التواصل الاجتماعي بما يأتي:

- تنمية الذات وتطويرها، وذلك من خلال اكتساب مهارات التواصل النشيط وآلياته، وتحقيق الإبداع في مجالات متعددة في الحياة، من خلال تبادل الخبرات، عبر التواصل الاجتماعي.
- تقوية العلاقات الاجتماعية، مع أصدقاء متجددين عبرها.
- التعبير عن الذات، من خلال المحادثات الفردية، أو الجماعية.
- متابعة آخر المستجدات في كل أنحاء العالم، من خلال متابعة التحديثات التي تظهر من خلال الأصدقاء، أو المتابعة في قائمة الاهتمامات.
- توفير الجهد، وتكلفة التواصل مع أصدقاء، أو أقارب بعيدين جغرافياً.
- تلاقي أصحاب الهوايات، وتعرفهم إلى هوايات بعضهم بعضاً، وتعزيزها باستمرار.
- صقل شخصية الفرد من خلال سعة ثقافته، واندماجه مع المحيط الثقافي إلكترونياً.
- الإسهام في النقد الموجه والبناء، والتأثير في متخذ القرار السياسي، بما يتفق والمصلحة العامة.
- الدعاية الاقتصادية، وذلك من خلال نشر الإعلانات الخاصة بأصحابها.
- الدعاية الفكرية والثقافية؛ حيث يجد أصحابها منابر سهلة لهم للتعبير عن أفكارهم، والدعوة إلى ثقافتهم.[67]

ويرى أستاذ علم الاجتماع بجامعة حلوان، الدكتور أحمد عبدالرؤوف، أن لمواقع التواصل الاجتماعي فوائد كثيرة جداً تكمن فيما يأتي:

- استمرار التواصل بين مستخدمي هذه المواقع مع بعضهم بعضاً، وذلك من شأنه أن يزيد من الترابط، وقوة العلاقات بين أفراد المجتمع.
- تبادل الآراء بين الأفراد مع بعضهم بعضاً؛ ما يزيد العلاقات بين الأفراد، والتعرف إلى ثقافات الشعوب الأخرى.

- كونه وسيلة عابرة للحدود بالتواصل بين الأشخاص.
- تتيح للأفراد تكوين صداقات من الدول الأخرى.
- وسيلة لممارسة النشاطات الثقافية والاجتماعية التي تهدف إلى التقارب بين الأفراد، وتسهيل عملية التواصل معهم.
- تم استخدامها في التجهيزات للثورات الشعبية التي هدفت إلى إسقاط أنظمة طاغية، ومستبدة.[68]

ثانياً: السلبيات

- بث الأفكار الهدامة، والدعوات المنحرفة، والتجمعات الفاسدة المفسدة.
- عرض المواد الإباحية الفاضحة، والخادشة للحياء.
- التشهير، والفضيحة، والمضايقة، والتحايل، والابتزاز، والتزوير.[69]
- ضياع الوقت: وهذا أكبر الأخطار السلبية لتلك المواقع؛ إذ يضيع الشباب الوقت في التنقل عبر صفحاتها، والتحدث في أمور ليس لها قيمة، أو فائدة، وضياع الوقت يأتي بالسلب على المجتمع كله، وعلى تقدمه، وليس على الشخص فحسب.
- تؤثر هذه المواقع في الجانب الأسري؛ حيث يؤدي الدخول إليها إلى العزلة الاجتماعية، وعدم اندماج الفرد مع أسرته، وغيابه عن مشكلات الأسرة، وهمومها، والمشاركة في المناسبات الاجتماعية، وما إلى ذلك.
- الإساءة إلى الآخرين ونشر الأكاذيب؛ حيث إن معظم المعلومات التي تبثها تلك المواقع هي - للأسف - معلومات غير محققة، فإنه مثلما هو متاح للشخص نشر المعلومة الصادقة، يمكنه أيضاً وبسهولة نشر الشائعة، أو المعلومة الخاطئة، والمغلوطة، ويترتب على ذلك نشر البلبة في المجتمع، وعدم المصداقية.
- الدخول إلى المواقع الإباحية، يتعارض مع ضوابط الدين، والثقافة الاجتماعية، وأخلاق المجتمع.

- الإدمان على الإنترنت: أي كثرة التعرض لهذه المواقع؛ ما يترتب عليه إدمان الفرد على الجلوس مطولاً على المواقع بعيداً عن الأجواء الأسرية.[70]

دوافع استخدام مواقع التواصل الاجتماعي:

هناك دوافع عدة تجعل الفرد ينتقل من العالم الواقعي إلى العالم الافتراضي، وينشئ حساباً واحداً له على الأقل في أحد مواقع التواصل الاجتماعي؛ ومن أهم العوامل التي تدفع بمختلف الأفراد، وخصوصاً الشباب إلى الاشتراك في هذه المواقع، ما يأتي:

- صقل المعرفة وزيادة الثقافة: ويتم ذلك من خلال التواصل مع أبناء الثقافات الأخرى، ويساعد النقاش، والتواصل الذي يدور في فلك شبكات التواصل الاجتماعي على صقل المعرفة.[71]
- الفضول: تشكل مواقع التواصل الاجتماعي عالماً افتراضياً مليئاً بالأفكار، والتقنيات المتجددة التي تستهوي الفرد لتجريبها، واستعمالها سواء في حياته العلمية، أو العملية، أو الشخصية، فمواقع التواصل الاجتماعي تقوم على فكرة الجذب، وإذا ما توافرت ثنائية الجذب، والفضول، تحقق الأمر.
- التعارف وتكوين الصداقات: سهّلت مواقع التواصل الاجتماعي، تكوين الصداقات حيث تجمع هذه الشبكات بين الصداقات الواقعية، والصداقات الافتراضية، فهي توفر فرصة لربط علاقات مع أفراد من المجتمع نفسه، أو من مجتمعات أخرى مختلفة بين الجنسين، أو بين أفراد الجنس الواحد.
- المشكلات الأسرية: تشكل الأسرة الدرع الواقية للفرد؛ حيث توفر له الأمن، والحماية، والاستقرار، والمرجعية، وفي حالة افتقاد الفرد لهذه البيئة المتكاملة ينتج لديه نوع من الاضطراب الاجتماعي الذي يجعله يبحث عن البديل؛ لتعويض الحرمان الذي قد يظهر مثلاً في غياب دور الوالدين، أو أحدهما؛ بسبب مشاغل الحياة، أو التفكك الأسري.

- الفراغ: يعد الفراغ الذي ينتج من سوء إدارة الوقت، أو حسن استغلاله بالشكل السليم الذي يجعل الفرد لا يحس بقيمته، ويبحث عن سبيل يشغل هذا الوقت من بينها مواقع التواصل الاجتماعي؛ حيث إن عدد التطبيقات اللامتناهية الذي تنتجه شبكة فيسبوك مثلاً لمستخدميها ومشاركة كل مجموعة أصدقاء بالصور، والملفات الصوتية، يجعل فيسبوك خاصة، وشبكات التواصل الاجتماعي عامة، إحدى وسائل ملء الفراغ؛ ومن ثم تصبح وسيلة للتسلية، وتضييع الوقت عند بعض الناس.
- البطالة: تعد عملية الانقطاع عن العمل، وعدم الاندماج المهني سبباً لعدم الاندماج الاجتماعي، والنفسي، ومنه الإقصاء الاجتماعي الذي هو نتيجة تراكم العوائق والانقطاع التدريجي للعلاقات الاجتماعية، وهذه المسألة تعد من أهم المشكلات الاجتماعية التي يعانيها الفرد، وتدفعه إلى إيجاد حلول للخروج من هذه الوضعية التي يعيشها حتى - وإن كانت هذه الحلول افتراضية - فهناك من تجعل منه البطالة، واستمراريتها شخصاً ناقماً على المجتمع الذي يعيش فيه؛ باعتباره لم يوفر له فرصة للعمل، والتعبير عن قدراته، وأيديولوجياته كربط علاقات مع أشخاص افتراضيين من أجل الاحتيال، والنصب.[72]
- التسويق أو البحث عن وظائف: في الواقع، إن مواقع التواصل الاجتماعي لم تعد لمجرد التعارف، بل أصبحت أداة تسويقية قوية، وفعالة للغاية لأصحاب الأعمال، كونها منخفضة التكاليف، وتضمن سهولة الاتصال بها داخل مقر العمل، وخارجه، إضافة إلى سهولة الانضمام إليها، والاشتراك بها.

كما تتمتع بقابلية التصميم، والتطوير، وتصنيف المشتركين بحسب العمر والجنس، والاهتمامات، والهوايات، وسهولة ربط الأعمال بالعملاء، وأيضاً ربط أصحاب العمل بطالبي العمل، وانتشار المعلومة، واستثمارها.

فتجربة التسويق عبر الشبكات، تزيد من التواصل مع المستهلكين، ومع الكفاءات كما أنها أصبحت من وسائل البحث عن وظائف، وفرص التطوير الوظيفي، وتبادل الخبرات، والكفاءات، كما هي الحال في شبكة لينكدإن Linkedin.

ومن خلال عرض أهم العوامل التي تدفع بالأفراد إلى الإقبال الكبير للاشتراك في شبكات التواصل الاجتماعي، نجد أن هناك من يستخدمها بدافع التعلم، وتوسيع المعارف، والمهارات الشخصية، والحياتية، ومناقشة قضايا المجتمع، والتعبير عن الآراء بحرية، والتنفيس عن الذات، إضافة إلى مجموعة من الأسباب التي لم يسعنا ذكرها جميعاً.[73]

تكنولوجيا التواصل الاجتماعي ومستقبل الإعلام من خلال إعادة توزيع الأدوار

تؤدي تكنولوجيا التواصل الاجتماعي دوراً إعلامياً كبيراً في ظل ما يسمى الإعلام البديل، وخاصة مع وجود إعلام تائه بين نظام لا يعلم إن كان سيسقط أو لا، وبين إعلام حكومي رسمي تقليدي في وجهة نظره، وزوايا نقده للأحداث المعروفة، وكل ما يحدث على الأرض. والإعلام الحزبي له توجهاته الأيديولوجية، أو الحزبية، والإعلام الخاص له توجهات مرتبطة بشكل، أو بآخر بأصحاب المصالح المؤسسين للوسائل الإعلامية. وبظهور وسائل التواصل الاجتماعي التي تعد إحدى الأدوات، والآليات التي تم استثمارها للتواصل الاجتماعي، والسياسي، وتبادل الآراء، والأفكار، ومناقشة قضايا، وموضوعات سياسية، إضافة إلى أنها أداة لنقل الأخبار والمعلومات؛ ظهر ما يعرف بصحافة المواطن.[74]

مواقع التواصل الاجتماعي: الصعوبات والتحديات

تقدم مواقع التواصل الاجتماعي خدمات متعددة للمستخدمين، إلا أن ذلك لم يمنع من أن تواجهها العديد من الصعوبات والتحديات التي غالباً ما أثرت بشكل سيئ في المستخدمين؛ ومن أبرزها:

ضعف الإنتاجية: إن اعتماد الأفراد على الوسائل الإلكترونية لتوسيع حياتهم الاجتماعية من شأنه أن يؤثر في مستوى إنتاجية الفرد في العمل والدراسة لأنها تشكّل مصدر إلهاء وتشتيت؛ ولذا، فإن هذه المواقع ليست مرغوباً فيها لدى أصحاب العمل.

الشـرعية والتماثل: لجأت العديد من المنظمات غير الرسمية إلى استخدام مواقـع التواصـل الاجتماعي من أجل تضليل المستخدمين، والنصب عليهم، وممارسة الاحتيـال للحصـول على أموالهم.

صعوبة المغادرة: على الرغم من توافر هذه الواقع لخاصـية حذف الحساب للمسـتخدمين، فإنه يستحيل إزالة الملف المستخدم بشكل كامل من الشبكة؛ ما أوجد حالة من القلق لدى بعضهم بشأن استخدامهم هذه المواقع، وتوفير معلوماتهم الشخصـية من خلالها.

انعدام الخصوصـية، وانخفاض مستوى الأمان: إذ يمكن هذه المواقع استخدام معلومـات المستخدمين لأغراض تجارية، وبيعها لآخرين، كما أن حقـوق الملكيـة الفكريـة فيهـا شـبه معدومة، فأعمال العديد من الفنانين والكتاب لا يعـرف مصـيرها، إضـافة إلى أن طبيعـة استخدام هذه المواقع الذي يتميز بالبساطة، جعل من السـهل اختراقهـا مـن قبـل مجرمـي شبكة الإنترنت.

انعدام الهوية الحقيقية: لا يمكـن التحقق مـن معلومـات المسـتخدمين المتـوافرة عـلى هـذه المواقع إلا من خلال الاجتماع وجاهياً، بين المستخدمين، ومعرفـة سـلوكهم الشخصـي؛ ولذا، فإن من الصعب تحديـد سـلوكهم بدقـة، ومعرفـة سـماتهم الشخصـية مـن خـلال التواصل الإلكتروني.

تزييف المحتوى: إذ يعد تحديد مستوى المصداقية عـلى شـبكة الإنترنـت أكثـر تعقيـداً مـن تحديدها في وسائل الإعلام التقليدية؛ نتيجة لتعدد مصادر محتوى الإنترنت، وعدم إمكانية التأكد من سلامتها.

المراقبة والحجب: يمكن للحكومات من خلال أجهزة استخباراتها مراقبة مواقع التواصل الاجتماعي، وحجبها إن لزم الأمر.[75]

تأثيرات شبكات التواصل الاجتماعي في إعلام المستقبل

1. التحول في عملية صناعة الإعلام بعد ظهور شبكات التواصل الاجتماعـي: لقـد أدى ظهور شبكات التواصـل الاجتماعـي إلى إحـداث تغيـير ملمـوس في عمليـة تغطيـة

الأخبار للمؤسسات الإعلامية، وخاصة حين يغيب المراسلون عن مناطق الحدث؛ بسبب تعذر الوصول إلى هذه المناطق.[76]

2. التوجه نحو الإنترنت: تؤكد المؤشرات الرقمية أن المعلن من أصحاب الشركات والمؤسسات، والقطاع المالي يتجه نحو الإنترنت، في ظل التراجع الكبير الذي يشهده الإعلام التقليدي في الحصول على الإعلان؛ إذ سجلت إعلانات الإنترنت عالمياً عام 2016 نحو 177 مليار دولار، وهو ما يعادل ثلث إجمالي الإعلانات في كل الأنواع المسجلة في العام نفسه. ونالت "غوغل" الحصة الكبرى بنحو 79.4 مليار دولار، بينما حلت فيسبوك في المرتبة الثانية بنحو 26.9 مليار، وإذا أضفنا إليهما ما نالته: بايدو، ومايكروسوفت، وياهو، وفر ايزون، وتويتر؛ إذ حصلت هذه الشركات السبع على ثلاثة أرباع عائدات إعلانات الإنترنت في العالم.[77]

وفيما يتعلق بالبلدان العربية، سجلت إعلانات الإنترنت نحو مليار دولار عام 2016، وعلى الرغم من أن هذا الرقم لا يمثل سوى 5٪ من إجمالي الإنفاق الإعلاني العربي للعام نفسه، فإنه يظهر نمواً سنوياً كبيراً بنحو 20٪ مقابل تراجع الإنفاق الإعلاني على وسائل الإعلام الأخرى، وهذا ما ينبه إلى زيادة الاهتمام بالإعلام الرقمي، وبناء شراكات إعلانية مع شركات الإنترنت العالمية الكبرى؛ إذ يلاحظ أن الإعلانات المقدمة من غوغل باتت تظهر على شبكات إعلامية ضخمة كشبكة هيئة الإذاعة البريطانية (بي بي سي).[78]

3. تغيير دور الجمهور على الشبكة في توجيه أجندات المؤسسات الإعلامية والصحفية؛ إذ يؤكد دان غليمور: أن مواقع التواصل الاجتماعي، استطاعت النفاذ إلى العملية الاتصالية، وتغيير تكنيكها، بحيث تضع وسائل الإعلام والصحفيين في وضع أشبه ما يكون بالمأزق؛ حيث يتم طرح قضايا، وموضوعات في مثل هذه المواقع، فلا تجد الصحافة التقليدية بداً إلا الدخول فيها والتجاوب معها، وهذا يرفع من مستوى الشفافية لدى وسائل الإعلام التقليدية في تناول موضوعات جديدة ما كانت

تتناولها، أو تناقش آراء وموضوعات قائمة ما كانت تفسح لها المجال، ما يمكننا من القول إن المستقبل سيشهد تغييراً جذرياً في اتجاهات التأثير في العملية الاتصالية ليصير إلى تأثير الجمهور في وسائل الإعلام التقليدية.[79]

وليس بإمكان أحد إنكار حقيقة أن وسائل التواصل الاجتماعي فرضت نفسها في العصر الحديث مصدراً للمعرفة والمعلومات لا يمكن تجاهله، أو عدم الاكتراث بمحتواه؛ إذ تمكنت من الانفراد بتغطية أحداث أساسية في مراحل تطور الوضع السياسي، والوضع الاجتماعي.[80]

4. التوجه نحو الهواتف الذكية: يقدر عدد مستخدمي الهواتف الذكية في العالم حالياً بـ 8.1 مليار جهاز متصل بالإنترنت على مستوى العالم، وذلك العدد أكبر من عدد سكان الأرض، الذي بلغ 7.4 مليار نسمة، بحسب آخر التقديرات، وهذه الأرقام حتى نهاية العام 2015، وقد تكون تصاعدت في السنوات الأخيرة.[81]

وبينما تتزايد عاماً بعد عام نسبة الذين يحصلون على الأخبار من خلال الإنترنت، يصبح تحسين الخدمات التي يقدمها الإعلام العربي على الهواتف الذكية ضرورياً لكسب شرائح واسعة من متابعي الأخبار، والحصول على قسم من عائدات إعلانات الهواتف الذكية المتزايدة بسرعة، وأدى انتقال الإعلام العالمي نحو الوسائط الرقمية، وتطور أبحاث الذكاء الاصطناعي إلى بروز توجهات جديدة من الضروري أن يخطط الإعلام العربي لتبنيها.[82]

5. توجهات كثيرة يتوقع قيامها بتغيير النمط الراهن للتعلم بفعل تأثير وسائل التواصل الاجتماعي؛ ومن أهمها: الدورات الشاملة المفتوحة عبر الإنترنت، والمنصات الموجهة للمدرسين Instructor-driven Platforms، وهي منصات إلكترونية يستخدمها المدرسون؛ لتبادل الآراء، والأفكار، والتعاون معاً؛ لدعم العملية التعليمية؛ ولذلك، فإن الطفرات التي تشهدها وسائل التواصل الاجتماعي باعتبارها أحد تجليات العولمة الثقافية والتقنية، تعد هي الأخرى زلزالاً أثر – وما يزال يؤثر – في طبيعة القضايا، والمفاهيم السائدة التي يصعب حصرها.

ومسيرة شبكات التواصل الاجتماعية، تتجه بقوة نحو المستقبل، وتحقيق العديد من الظواهر الافتراضية التي تحققت عبر شبكة الإنترنت خلال السنوات العشر الماضية، وهي التي بدأت بالمدونات الإلكترونية التي تحولت لاحقاً إلى شكل من أشكال التدوين الأدبي، أو أصبحت وسيلة للصحافة الشخصية؛ حيث ساعد المدونون في توثيق العديد من الظواهر السياسية، والاجتماعية، وبثوها على مدوناتهم، ولاحقاً استخدمتها وسائل الإعلام.[83]

6. إجبار المؤسسات الصحفية على إنشاء صفحات على شبكات التواصل الاجتماعي لكسب جمهورها: تشكل شبكات التواصل الاجتماعية أهمية قصوى للمؤسسات الصحفية؛ ولذا، لا تُحصر أهمية هذه الشبكات في البحث عن قصص صحفية، فهي مهمة أيضاً في التسويق للصحيفة، وزيادة حركة المرور بها، وزيادة جمهور قرائها. وما ينبغي لصفحات المؤسسات الصحفية على شبكات التواصل الاجتماعي مراعاته للفت انتباه جمهورها، هو أن تكون فعالة طوال اليوم، بحيث تطلع القراء على الأخبار العاجلة، وتجتذبهم لقراءة مواد الصحيفة كنوع من التسويق لها، وتنويع طرائق المشاركة في المحتوى، وتستفيد مما تنتجه هذه الشبكات من تحميل المواد المرئية لإثراء المادة الصحفية، وقد بدأت الصحف والمواقع الإخبارية الإلكترونية بالانضمام إلى الفيسبوك في عام 2009.[84]

وبناء على ما تقدم، يمكن أن نقول: إن وسائل التواصل الاجتماعي شكلت تحدياً كبيراً أمام وسائل الإعلام الجماهيري سواء كانت صحفاً، أو إذاعات، أو تلفزيونات أرضية، أو فضائية، لكن الأخيرة استفادت من التطورات التكنولوجية تلك، في مجال الإعلام والاتصال، وهناك قاعدة في تاريخ الإعلام: ليس هناك وسيلة إعلام جديدة تظهر، وتلغي القديمة، بل تسيران مع بعضهما بعضاً بالتوازي، ويمكن أن نقول: إن الوسائل الإعلامية استفادت كثيراً من وسائل الاتصال الاجتماعي، وكلها أصبح لديها الآن مواقع إلكترونية، وحسابات على فيسبوك وتويتر، وليس هذا

فحسب، ففي بعض الأحيان للصحف التقليدية، صحيفة إضافة إلى موقع إلكتروني، وراديو، وتلفزيون.[85]

7. التوجه نحو صحافة الروبوت: تتجه صحافة المستقبل إلى عالم الروبوتات، وصحافة الروبوت التي أصبحت في متناول اليد، تسهل التغطيات الصحفية، وسيتم إعداد الكثير من المقالات المالية والرياضية، والمرتبطة بالكوارث الطبيعية من قبل البرامج الذكية؛ اعتماداً على القوالب المعدة مسبقاً، والبيانات الهائلة التي يجري تحديثها آلياً، وحفظها ضمن قواعد البيانات. واستخدام الروبوت يخفض من تكلفة تحرير المقالات بشكل كبير، ومن المحتمل أن يؤدي إلى إلغاء عمل المحررين، وخاصة فيما يتعلق بالأخبار الرئيسية.

وهناك أيضاً صحافة المحادثة التي تمزج بين تقنيات عدة؛ كالإبحار الصوتي، والفهم الآلي للغة، والبحث الذكي، والترجمة الآلية، وقراءة النصوص، بحيث يستطيع المستخدم سؤال الروبوت وهو يجيبه بأي لغة يختار، وبأي صوت. وكل التقنيات اللازمة حالياً متوافرة، وهي تحويل الكلمات المنطوقة إلى نص، وفهم المطلوب منها، وإجراء البحث وجلب المطلوب، وترجمته من اللغة الأصلية إلى اللغة المستهدفة.[86]

ويرى الدكتور عبدالرزاق الدليمي، أن المؤشرات الحالية للتطور التقني في تكنولوجيا الاتصال، تؤكد أن الإعلام الآلي، أو صحافة الروبوت تقوم بإنتاج المقالات الإخبارية بواسطة برنامج الكمبيوتر، ومن خلال برنامج الذكاء الاصطناعي (AI)؛ حيث يتم إنتاج القصص تلقائياً بواسطة الآلات، بدلاً من المراسلين البشريين، وتقوم هذه البرامج بتفسير البيانات، وتنظيمها، وتقديمها بطرائق يمكن قراءتها بواسطة الإنسان، وعادة ما تتضمن عملية خوارزمية تقوم بمسح كميات كبيرة من البيانات المتوافرة، وتختار من مجموعة متنوعة من المقالات المبرمجة مسبقاً، وتكون النقاط الرئيسية للأوامر، وإدراج التفاصيل؛ مثل: الأسماء، والأماكن، والتصنيفات، والإحصاءات، وغيرها من الأشكال، بحيث يمكن تصميم الإخراج ليتلاءم مع صوت، أو نغمة، أو نمط معين.[87]

8. قيام وسائل التواصل الاجتماعي بالدور الرقابي في المجتمع: إن سيناريوهات المستقبل، وما تمثله وسائل التواصل الاجتماعي من تمكنها من أداء دور كبير في المجتمع، وتأثيراتها المستقبلية في الإعلام فإنها على صعيد آخر، ستؤدي دوراً جديداً يتمثل بقيام وسائط التواصل الاجتماعي المستقبلية بالدور الرقابي على المجتمع، وعلى الحكومات، والإعلام. والدور الرقابي هنا ليس بمعنى الوصاية، بل بمعنى الدور الذي مارسته الجهات الرقابية الحكومية، أو الأهلية من أجل تقويم أعمال المؤسسات، والسلطات التنفيذية، والجهات الحكومية، والشركات الخاصة.[88]

9. ستوفر صحافة المستقبل، من خلال وسائل التواصل الاجتماعي، منصات تفاعلية، ومواقع لخدمة الصحفيين على شبكات التواصل الاجتماعي؛ حيث انتشرت في الوقت الحالي المنصات والمواقع المهتمة بخدمة قطاع الصحافة، وهي التي تقدم خدمات للصحفيين؛ لمساعدتهم في الاستفادة من شبكات التواصل الاجتماعي في عملهم؛ ومنها:

أ. منصة Muck rack: وهي عبارة عن موقع خدمات، ومنصة تفاعلية تتيح التواصل بين الصحفيين على شبكات التواصل الاجتماعي، والقراء، وممارسي العلاقات العامة، والمعلنين، والشركات في مكان واحد.

ب. منصة storify، وهي منصة تفاعلية تسمح للمستخدمين بالبحث عن موضوعات مختلفة في وسائل الإعلام الاجتماعي (فيسبوك، ويوتيوب، وتويتر)، كما تتيح تضمينها في قصص صحفية، والتعليق عليها.

جـ. منصة Story full: Social News Agency وكالة أنباء اجتماعية تزود الصحفيين، والمؤسسات الصحفية، والإعلامية بالمواد ذات المحتوى الدقيق على وسائل الإعلام الاجتماعي المختلفة.[89]

المشاركون

معالي الشيخ نهيان مبارك آل نهيان

يشغل معالي الشيخ نهيان مبارك آل نهيان منصَب وزير التسامح، حيث أعلِن استحداث هذا المنصب في أكتوبر 2017. وانضم معاليه إلى الحكومة الاتحادية عام 1992؛ حيث شغل عدداً من المناصب فيها، منها وزير التعليم العالي والبحث العلمي، ووزير التربية والتعليم، ووزير الثقافة وتنمية المعرفة.

وإلى جانب عمله الوزاري، فقد تولى معالي الشيخ نهيان الكثير من المناصب في الجامعات الوطنية، حيث شغل منصب الرئيس الأعلى لجامعة الإمارات العربية المتحدة منذ عام 1983 حتى 2013، ومنصب رئيس مجمع كليات التقنية العليا منذ عام 1988 حتى 2013، ومنصب رئيس جامعة زايد منذ عام 1998 حتى 2013.

وتلقى معالي الشيخ نهيان مبارك آل نهيان تعليمه في مدرسة ميلفيلد البريطانية حتى المرحلة الثانوية، والتحق بعد ذلك بكلية ماجدالين في جامعة أوكسفورد بالمملكة المتحدة.

السيد توماس فري

يشغل السيد توماس فري منصب المدير التنفيذي لمعهد دافنشي في مدينة وستمنستر بولاية كولورادو بالولايات المتحدة الأمريكية. وقد نجح، خلال العقد الماضي، في استقطاب كمٍّ هائل من المتابعين؛ بفضل مقدرته على تطوير رؤى مستقبلية دقيقة واستشرافه الفرص.

وبناءً على خبرة السيد فري، التي اكتسبها من إنشائه 17 شركة تجارية، وإسهامه في تطوير مئات الشركات الأخرى؛ فإنَّ المعرفة التي ينقلها إلى جماهيره هي نتاج مزيج فريد من فكره المستند إلى تجاربه الفعلية، وتصوره الواضح لما سيكون عليه العالم في المستقبل.

وقبل تأسيسه معهد دافنشي أمضى السيد فري 15 عاماً بشركة IBM في وظيفة مهندس ومصمِّم، حصد خلالها ما يتجاوز 270 جائزة -أكثر من أي مهندس آخر في الشركة. كما تمتَّع سابقاً بعضوية جمعية تريبل ناين، وهي جمعية للبالغين من أصحاب الذكاء العالي الذين يسجلون معدل ذكاء يساوي أو يتجاوز 99.9٪ من السكان.

الدكتور جان لو سمعان

يعمل الدكتور جان لو سمعان أستاذاً مشاركاً للدراسات الاستراتيجية بكلية الدفاع الوطني في دولة الإمارات العربية المتحدة. وكان قد عمل قبلها محاضراً ونائب مدير في إدارة دراسات الشرق الأوسط في كلية دفاع حلف شمال الأطلسي لمدة خمس سنوات. وشغل الدكتور سمعان، بين عامَي 2008 و2011، منصب مستشار لصياغة السياسات في وزارة الدفاع الفرنسية؛ حيث تولَّى مسؤولية إعداد الكثير من دراسات التقييم في شؤون الشرق الأوسط والدول المطلَّة على المحيط الأطلسي، كما عمل محاضراً مساعداً في حقل الدراسات الاستراتيجية بمعهد الدراسات السياسية في باريس، وألقى محاضرات عدَّة على طلاب مدنيين وعسكريين في دول مختلفة. وفي عام 2006 اشتغل في جامعة ديوك الأمريكية بصفته باحثاً زائراً؛ لينتقل بعدها إلى العمل باحثاً في مؤسسة راند بواشنطن العاصمة من عام 2007 إلى 2008، وتركِّز أبحاثه الحالية على الصراع المتنامي بين حزب الله وإسرائيل في ضوء الأزمة السورية.

وألَّف الدكتور سمعان ثلاثة كتب، وله الكثير من المقالات الأكاديمية في مختلف الدوريات والمجلات الدولية مثل: دورية سرفايفال، ودورية أوربيس، ومجلة الاستراتيجية المقارنة، ومجلة السياسة التركية ربع السنوية، ومجلة بوليتيك إترانجير، ومجلة إنترناشونال بوليتيك. وتلقى الدكتور سمعان تعليمه اللغة العربية من المعهد الفرنسي للُّغات الشرقية، والمعهد الفرنسي للشرق الأدنى في بيروت. وتخرج من معهد الدراسات السياسية في جرينوبل، كما حصل على درجة الدكتوراه في العلوم السياسية من جامعة السوربون في باريس.

الأستاذ الدكتور عمر العبيدلي

يشغل الأستاذ الدكتور عمر العبيدلي منصب مدير برنامج الاقتصاد والطاقة في مركز البحرين للدراسات الاستراتيجية والدولية والطاقة (دراسات)، وهو أستاذ مشارك منتسب في قسم الاقتصاد بجامعة جورج ميسون، وباحث أول منتسب بمركز مركيتس. وكان الدكتور العبيدلي قد شغل سابقاً عضوية المجلس الاستشاري المشترك للاقتصاديين في ولاية فرجينيا بالولايات المتحدة الأمريكية، كما عمل أستاذ اقتصاد زائراً في جامعة شيكاجو.

وتشمل اختصاصاته البحثية الاقتصاد السياسي، والاقتصاد التجريبي، واقتصادات دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، وتُنشر أوراقه العلمية في دوريات أكاديمية دولية محكَّمة، كما تنشر مقالاته في مختلف الصحف والمدونات العربية والإنجليزية، ومنها: الحياة، وذا ناشونال، إلى جانب فوربز ويو إس نيوز الأمريكيَّتين.

والدكتور العبيدلي حاصل على درجة البكالوريوس في الاقتصاد من جامعة كامبريدج، ودرجتي الماجستير والدكتوراه في الاقتصاد من جامعة شيكاجو.

الأستاذة ساندرا بوركارد

تَدرُس الأستاذة ساندرا بوركارد العلاقات الدولية بجامعة جنيف، في سويسرا، وسبق لها أن أمضت فترة تدريبية في مركز البحرين للدراسات الاستراتيجية والدولية والطاقة خلال صيف 2018. وتشمل اهتماماتها البحثية موضوعات العولمة، وآليات عمل النظام الدولي، وتزايد نزعة كراهية الأجانب، وتفاقم عدم المساواة، والتغيُّر المناخي من منظور متعدِّد التخصصات.

الأستاذ الدكتور توني جى بريسكوت

يعمل الأستاذ الدكتور توني بريسكوت أستاذاً لعلم الروبوتات الإدراكي في جامعة شيفيلد بالمملكة المتحدة، ويشغل منصب مدير معهد شيفيلد للروبوتات في معهد الأبحاث المتعدد التخصصات، الذي يضم أكثر من 100 باحث.

كما أن الأستاذ بريسكوت مخترع مساعد لروبوتات سكراتشبوت (Scratchbot) وشروبوت (Shrewbot) الشبيهة بالحيوانات؛ حيث إنه يملك خبرة تجمع بين علم النفس ونظرية الدماغ، وبين علم الروبوتات والذكاء الاصطناعي. ويهدف بحثه، الذي تم نشره في أكثر من 150 ورقة بحثية، إلى الإجابة عن التساؤلات المتعلقة بالطبيعة البشرية، من خلال منح الروبوتات قدرات شبه بشرية مثل: الإدراك والذاكرة والعواطف والإحساس بالذات.

والأستاذ بريسكوت هو المؤسس المشارك لسلسلة المؤتمرات الدولية للآلات الحية (International Living Machines Conference)، ولشبكة العلوم المتقاربة (Convergent Science Network). وقام مؤخراً بإطلاق شركة كونسيكونشيال روبوتيكس، وهي شركة ناشئة في تطوير الروبوتات المساعدة والمرافقة للبشر، التي تشمل الروبوت "ميرو" الشبيه بالحيوانات الأليفة. كما يكتب ويحاضر عن التبعات الاجتماعية والثقافية الناجمة عن علوم الروبوتات المستقبلية، وعن الذكاء الاصطناعي، والواقع الافتراضي، وأنظمة الحضور عن بعد، مع التركيز على تأثير هذه التقنيات في رؤيتنا لذواتنا.

وقد أثار الأستاذ بريسكوت اهتمام كبرى وكالات الأنباء، التي وفَّرت بدورها تغطية إعلامية لأبحاثه، ومنها "بي بي سي"، و"سي إن إن"، وقناة "ديسكفري"، ونشرة "ساينس" العلمية، ومجلة "نيو ساينتيست".

بول إف إم جي فيرشور

الأستاذ الدكتور بول فيرشور، أستاذ باحث بالمعهد الكتالوني للدراسات المتقدمة (ICREA)، ويشغل منصب مدير مختبر النظم الاصطناعية الإدراكية، والعاطفية، والمعرفية (Spec-lab)، في المعهد الكتالوني للهندسة البيولوجية، ومعهد برشلونة للعلوم والتكنولوجيا. كما أنه المؤسس والمدير التنفيذي لشركة Eodyne Systems ذات المسؤولية المحدودة، وهي التي تعمل على تسويق علوم التربية الجديدة المتعلقة بتأهيل

الاختلالات العصبية وتكنولوجيا الموروث الثقـافي. وفضـلاً عـن ذلـك، فـإن الأسـتاذ الدكتور فيرشور، هو مؤسس ورئيس مؤسسة ذاكـرة المسـتقبل، التـي تسـعى إلى دعـم تطوير الأدوات والأنماط الجديدة المتعلقة بالحفاظ على تاريخ جـرائم النازيـة، وعرضـه والتعريف به.

حصل الأستاذ الدكتور فيرشور، على درجتي الماجستير والدكتوراه في تخصص علم النفس، وعمل في مجـال علـم الروبوتـات، والـذكاء الاصـطناعي، والبرمجـة العصـبية؛ ويكمن هدفه العلمي في تطوير نظرية موحدة حول العقـل والـدماغ، وإثبـات صـحتها باستخدام مناهج اصطناعية، وتطبيقها على التكنولوجيا التي تساعد عـلى تعزيـز جـودة الحياة. يدير الأستاذ الدكتور فيرشور فريقاً متعدد الاختصاصات، وهـو مكـون مـن 30 باحثـاً، تعـاون معهـم عـلى نشـر أكثـر مـن 300 مقـال، تغطـي مجـالات واسـعة مـن التخصصات، وقد نشـرها في كبرى المجلات، أو ضمن أعمال المؤتمرات، كما نجح أيضاً في إكمال خمسة عشـر سباقاً من سباقات الرجل الحديدي.

خوسيه هالوي

الأستاذ الدكتور خوسـيه هالوي، هو أستاذ مادة الفيزيـاء بجامعـة بـاريس ديـدرو. تتركز اهتماماته البحثية في مسألة الانتقال من القـدرات الفرديـة إلى السـلوكيات الجماعيـة لأنظمة حية وصناعية مختلفة؛ مثل: مجتمعات الخلايا، والأحيـاء، والروبوتـات أو الآلات المترابطة؛ والهدف من ذلك، هو فهم مبادئ التصميم والخصائص الديناميكية لهذا النوع مـن المجتمعات، التي يمكن أن تنتج خصائص ذاتية التنظيم على المستوى الجماعي. كما يبحـث في أشكال جديدة من الذكاء الاصطناعي في الأنظمة الطبيعية والاصـطناعية، مـع تطـوير أنظمة جماعية ذكيـة تعنـى بإنتـاج الطاقـة وتوزيعهـا في المجتمعـات البشـرية. ويشـرف خوسـيه هالوي، عـلى تطـوير بـرامج البحـث في مجـال علـوم الأنظمـة المعقـدة والعلـوم الاجتماعية؛ من أجل التشجيع على حوكمة الاستدامة في الأنظمة العالمية للأغذية والطاقة.

الدكتور سعيد جرادات

يشغل الدكتور سعيد جرادات منصب مدير مركز الأميرة هيا للتقانات الحيوية، الذي يقع في جامعة العلوم والتكنولوجيا بمحافظة إربد في المملكة الأردنية الهاشمية. وقد ركزت بحوث الدكتور جرادات على تعريف التغيرات والطفرات في الحمض النووي الريبي (DNA) للكثير من أمراض الصبغية الوراثية الشائعة في الأردن، مع تركيز محدَّد على الاضطرابات المتنحِّية. كما ركزت بحوثه على علم الوراثة الدوائي الخاص بمرض السرطان، وقام بإدخال الطب الشخصي في الخدمات والمناهج الدراسية.

تم تعيين الدكتور جرادات مشرفاً رئيسياً على أكثر من 40 مشروع تخرُّج جامعياً، كما أنه قام بالتدريس والتدريب لجيل من علماء الأحياء الجزيئية، الذين يعملون اليوم في الكثير من المختبرات والشركات في أنحاء الشرق الأوسط.

وللدكتور جرادات أكثر من 40 مقالاً بحثياً قام بتأليفها، أو شارك في تأليفها، وعمل على تطوير شبكة علاقات واسعة على المستوى الدولي تضم الكثير من المختبرات الشهيرة، والمنظمات غير الربحية، نتج عنها نجاحه في تأسيس أكبر مركز تدريب جينومي للمخاطر البيولوجية في المنطقة بميزانية تزيد على ثلاثة ملايين دولار أمريكي، شاركت فيها الحكومات الأمريكية والكندية والبريطانية.

والدكتور جرادات حاصل على درجة الدكتوراه في علم الأحياء الجزيئية من جامعة واين ستيت بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد أمضى ثلاث سنوات في معاهد الصحة الوطنية الأمريكية NIH في الولايات المتحدة الأمريكية، كزميل ما بعد الدكتوراه.

الدكتور مارك بلاسكوفيتش

الدكتور مارك بلاسكوفيتش هو كبير الباحثين في حقل المضادات الحيوية بمركز سوبربوج سوليوشنز (Solutions Superbug)، في معهد العلوم البيولوجية الجزيئية

بجامعة كوينزلاند في أستراليا. وهو أيضاً المؤسس المشارك لجمعية اكتشاف العقارات المضادة للميكروبات، وهي مبادرة عالمية لاكتشاف المضادات الحيوية في أستراليا.

وقد عمل الدكتور مارك، منذ أن التحق بجامعة كاليفورنيا في عام 2010، على تطوير مضادات حيوية جديدة لمواجهة مسبِّبات الأمراض المقاومة للأدوية، واستخدام المضادات الحيوية المعدَّلة؛ للكشف عن الالتهابات البكتيرية. وقد بدأ الدكتور مارك برنامجاً بحثياً يركز على منهج ثيرانوستيك (Theranostic) الذي يربط كيميائياً المضادات الحيوية الموجودة مع المضادات الحيوية الأخرى، والمواد المساعدة للمضادات الحيوية، والأجسام المضادة، والجسيمات النانوية المغناطيسية، والتصوير الجزيئي (imaging moieties)، وخلق البنى الهجينة ذات الإمكانيات العلاجية والتشخيصية.

ويملك الدكتور مارك خبرة واسعة في مجال الكيمياء الدوائية، وأكثر من 15 عاماً من الخبرة في تطوير العقاقير الصناعية، وقد شغل منصب الرئيس التنفيذي لشركة ميمتيكا (Mimetica)، كما أنه أنهى مؤخراً المرحلة الثانية من التجارب السريرية البشرية المتعلقة بتطوير دواء لعلاج "حب الشباب". وقد نشر أكثر من 60 مقالاً بحثياً، وأصدر كتيباً عن توليفات الأحماض الأمينية، وهو يملك أيضاً 11 براءة اختراع تضم أكثر من 100 تطبيق، بعضها أجيز، وعدد منها ما زال قيد الاعتماد.

الدكتور نبيل نجا

الدكتور نبيل نجا طبيب متخصص بطبِّ الشيخوخة، عاد بعد تخرجه من فرنسا عام 1995 إلى بيروت؛ حيث أصبح الرئيس المؤسس للجمعية اللبنانية لطبِّ الشيخوخة، ثم التحق بمستشفى "دار العجزة الإسلامية"، وهو أكبر مستشفى متخصص برعاية كبار السن في بيروت، وتدرَّج في سلَّمه الوظيفي إلى أن أصبح رئيساً لقسم الشيخوخة، ثم مديره الطبي حالياً.

كما يتولى مهام الإشراف الطبي في مؤسسة "العمر المديد" التي تضم نادياً نهارياً، ومركزاً للسكن الاجتماعي لكبار السن من غير العَجَزة.

كما عمل في مستشفى مركز كليمنصو الطبي (CMC) في بيروت عام 2007، وشارك في تأسيس جمعية "الزهايمر لبنان"، ورأسها حتى عام 2016، وهو حالياً عضو في الهيئة الإدارية للجمعية نفسها.

كما شارك في تأسيس عدد من المؤسسات منها: الهيئة الوطنية الدائمة لشؤون كبار السن، التي يتولى فيها مسؤولية خبير أكاديمي دائم، ومركز الدراسات والأبحاث لكبار السن (Center for Studies on Aging)، وهو لا يزال عضواً في هيئته الإدارية.

وله كذلك نشاطات أكاديمية عدة، وفضلاً عن مشاركته وإشرافه على الكثير من الأبحاث والدراسات في مجال الشيخوخة؛ فقد حاضر لمدة 12 عاماً بكليات مختلفة في الجامعة اللبنانية، وفي عام 2007 مثّل منطقة غرب آسيا في مركز الأمم المتحدة بنيويورك في مؤتمر (International Day for Older Persons) "اليوم العالمي لكبار السن"، وأشرف على تدريب الطلاب في تخصصي الطب العائلي وطب الشيخوخة بكلٍّ من الجامعة الأمريكية والجامعة اليسوعية في بيروت.

الدكتور زهير الطاهات

يشغل الدكتور زهير الطاهات منصب رئيس قسم الصحافة في كلية الإعلام بجامعة اليرموك في المملكة الأردنية الهاشمية، كما يرأس لجنة الدراسات العليا في الجامعة. وكان الدكتور الطاهات قد شغل مناصب عدَّة في وزارة الثقافة الأردنية منها: مدير للعلاقات العامة والإعلام، كما عمل في وكالة الأنباء الأردنية. وكذلك عمل أستاذاً مساعداً في قسم الصحافة والإعلام بجامعة البتراء الأردنية في عام 2014. وفي عام 2017 التحق أستاذاً مساعداً بقسم الصحافة في كلية الإعلام بجامعة اليرموك.

وعمل الدكتور الطاهات رئيساً لتحرير منبر البتراء، وصوت البتراء، ورئيساً لتحريـر نشـرة "صحافة اليرموك"، وحصل على جائزة العطاء الأكـاديمي الإعلامـي مـن ملتقـى الإعلاميـين الشـباب العـرب في عـام 2010. وأصـدر كتابـاً محكَّـماً عـام 2012، بعنـوان "سـيكولوجية العلاقات العامـة والإعـلان"، كـما نشـــر الكثـير مـن الأبحـاث العلميـة المحكَّمة منها: "صورة المرأة في الصحافة الأردنية"، في مجلة أبحاث اليرمـوك عـام 2011، و"دور وسائل الاتصال الرقمي في تعزيز التنوع الثقافي" بمجلة الاتصال والتنمية اللبنانية عام 2011، و"دور شـبكات التواصـل الاجتماعـي في تشـكيل الـرأي العـام لـدى طلبـة الجامعات الأردنية" في مجلة دراسات الجامعة الأردنية عام 2013، كما نشـر أبحاثاً عـدَّة في مجـلات علميـة محكَّمـة عالميـة، وكـذلك في مجلـة حوليـات الآداب والعلـوم الاجتماعيـة الكويتية، والمجلة المصـرية لبحوث الرأي العام، والمجلة العربية للتربية، التابعـة للمنظمـة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

ويحمل الدكتور زهير الطاهات درجة الدكتوراه في الصحافة والإعلام.

الهوامش

الفصل الأول

1. خطاب معالي الدكتور أنور محمد قرقاش، وزير الدولة للشـؤون الخارجيـة في دولـة الإمـارات العربية المتحدة، في الجلسة العامة الثانية لمنتدى "حوار المنامة 2017"، الذي نظمه المعهد الـدولي للدراسات الاستراتيجية (IISS). على الرابط:

https://www.iiss.org/en/events/manama-dialogue-test/archive/manama-dialogue-2017-c364/plenary2-3454/dr-anwar-mohammad-gargash-ba8b Accessed on 20 May 2018

2. المرجع السابق.

3. Leon Hurwitz, "Contemporary Approaches to Political Stability," *Comparative Politics*, 5, no. 3 (1973): pp. 449-463; Claude Ake, "A Definition of Political Stability," *Comparative Politics*, 7, no 2 (1975): pp. 271-283; Keith Dowding, Richard Kimber, "The Meaning and Use of 'Political Stability," *European Journal of Political Research*, 11, no.3 (1983): pp. 229-243.

4. Max Weber, *The Vocation Lectures* (New York: Hackett Publishing Company, 2004).

5. William Lind, Keith Nightengale, John Schmitt, Joseph Sutton, Gary Wilson, "The Changing Face of War: Into the Fourth Generation," *Marine Corps Gazette*, 1989: pp. 22-26.

6. Colin Gray, *Strategy for Chaos: Revolutions in Military Affairs and History* (London: Routledge, 2002); Andrew Krepinevich, *The Last Warrior: Andrew Marshall and the Shaping of Modern American Defense Strategy* (New York: Basic Books, 2015).

7. Lind, Nightengale, Schmitt, Sutton, Wilson, *The Changing Face of War*: p. 24.

8. Stephen Van Evera, "The Cult of the Offensive and the Origins of the First World War," *International Security*, 9, no.1 (Summer 1984): pp. 58-107.

9. Larry Addington, *The Blitzkrieg Era and the German General Staff, 1865-1941* (San Marcos: Rutgers University Press, 1971); Barry Posen, *The Sources of Military Doctrine: France, Britain, and Germany Between the World Wars* (Ithaca: Cornell University Press, 1986).

10. Mao Zedong, *On Guerilla Warfare* (Chicago: University of Illinois Press, 2000); Walter Laqueur (Ed.), *The Guerrilla Reader:A Historical Anthology* (Philadelphia: Temple University Press, 1977).

11. David Galula, *Pacification in Algeria 1956-1958* (Santa Monica: RAND Corporation, 1963).

12. Lind, Nightengale, Schmitt, Sutton, Wilson, *The Changing Face of War*: p. 25.

13. Martin van Creveld, *The Transformation of War* (New York: Simon and Schuster, 2009).

14. Thomas Hammes, *The Sling and the Stone* (Saint Paul: Zenith Press, 2006).

15. Antulio Echevarria, *Fourth-Generation War and Other Myths* (Carlisle: US Army War College, 2005): p. 2.

16. Heinz Guderian, *Achtung—Panzer! The Development of Armoured Vehicles, Their Tactics and Operational Potential*, (New York: Sterling, 1992):pp. 178-191.

17. Thomas Hammes, "Fourth Generation Warfare Evolves: Fifth Emerges," *Military Review*, (May-June 2007): pp. 14-23, p. 20.

18. Hammes, "Fourth Generation Warfare Evolves: Fifth Emerges": p. 23.

19. Frank Hoffman, *Conflict in the 21st Century: The Rise of Hybrid Wars*, (Washington: Potomac Institute, 2007): p. 14

20. Stephen Biddle, Jeffrey Friedman, *The 2006 Lebanon Campaign and the Future of Warfare: Implications for Army and Defense Policy* (Carlisle: US Army War College, 2008): p. xii.

21. Rebecca Grant, *Victory in Cyberspace*, (Washington: Air Force Association, 2007).

22. Estonian Ministry of Defense news release, "Internet: XXI Century Battlefield", June 16, 2007.

23. Jean-Loup Samaan, "Beyond the Rift in Cyber Strategy," *Strategic Insights*, 10, no.1 (2011): pp. 4-14.

24. John Markoff, "Before the Gunfire, Cyberattacks", *New York Times*, August 12, 2008.

25. John Bumgarner, Scott Borg, *Overview by the US-CCU of the Cyber Campaign Against Georgia in August of 2008*, US-CCU Special Report, US Department of Defense, August 2009.

26. Bumgarner, Borg, *Overview by the US-CCU*: p. 3.

27. Ronald Asmus, *A Little War That Shook The World* (New York, N.Y. Palgrave, 2010): p. 166.

28. Mark Galeotti, "The 'Gerasimov Doctrine' and Russian Non-Linean War," *In Moscow's Shadows*, July 6, 2014. Available at: https://inmoscowsshadows.wordpress.com/2014/07/06/the-gerasimov-doctrine-and-russian-non-linear-war/. Accessed on June, 3, 2018.

29. المرجع السابق.

30. المرجع السابق.

31. Steven Pifer, "Watch Out for Little Green Men," *Der Spiegel*, July 7, 2014.

32. Andras Racz, *Russia's Hybrid War in Ukraine*, Finnish Institute of International Affairs, FIIA Report no.43, 2017: p. 11.

33. Dan Altman, "The Long History of 'Green Men' Tactics – and How They Were Defeated," *War on the Rocks*, March 17, 2016. Available at: https://warontherocks.com/2016/03/the-long-history-of-green-men-tactics-and-how-they-were-defeated/. Accessed on May 15, 2018.

34. Mark Galeotti, "I'm Sorry for Creating the 'Gerasimov Doctrine'," *Foreign Policy*, March 5, 2018.

35. Andrew Monaghan, "Putin's Way of War: The 'War' Russia's 'Hybrid Warfare'," *Parameters*, 45, no.4 (Winter 2015-2016): pp. 65-74.

36. Quoted in Sabahat Khan, *Strategies in Contemporary Maritime Security: Challenges Confronting the Arabian Gulf* (Dubai: Institute for Near East & Gulf Military Analysis, 2009): p. 35.

37. Augustus Richard Norton, *Hezbollah: A Short History* (Princeton: Princeton University Press, 2014); Nicholas Blanford, *Warriors of God: Inside Hezbollah's Thirty-Year Struggle against Israel* (New York: Random House, 2011); Aurelie Daher, *Hezbollah: Mobilization and Power* (New York: Oxford University Press, 2018).

38. Ahmad Majidyar, "Iran-backed Iraqi Militias Step up Threat of Violence against US forces in Iraq," Middle East Institute, February 7, 2018. Available at: http://www.mei.edu/content/article/io/iran-backed-iraqi-militias-step-threat-violence-against-us-forces-iraq. Accessed on May 15, 2018.

39. Phillip Smyth, *The Shiite Jihad in Syria and its Regional Effects* (Washington: Washington Institute for Near East Policy, 2015); Phillip Smyth, "Lebanese

Hezbollah's Islamic Resistance in Syria", Washington Institute for Near East Policy Institute, *Policywatch* no.2962, April 26, 2018.

40. United States Mission to the United Nations, "Ambassador Haley on Weapons of Iranian Origin Used in Attack on Saudi Arabia," Press Release, November 7, 2017; Jeremy Sharp, *Yemen: Civil War and Regional Intervention*, (Washington: Congressional Research Service, April12, 2018): p 4.

41. Anthony Cordesman, Aaron Lin, *The Iranian Sea-Air-Missile Threat to Gulf Shipping* (New York: Rowman & Littlefield, 2015); Office of Naval Intelligence, *Iranian Naval Forces: A Tale of Two Navies* (Washington: US Department of Defense, 2017).

42. Ron Matthews, Nellie Zhang Yan, "Small Country 'Total Defence': a Case Study of Singapore," *Defence Studies*, 7, no 3 (2007): pp. 376-395; Barry Desker, Ang Cheng Guan (Eds.), *Perspectives on the Security of Singapore: The First 50 Years* (Singapore: World Scientific Publishing, 2016).

43. https://www.mindef.gov.sg/oms/dam/publications/eBooks/More_eBooks/ds21.pdf

44. https://www.mindef.gov.sg/oms/imindef/mindef_websites/topics/totaldefence/about_us/5_Pillars.html

45. Margriet Drent, "The EU's Comprehensive Approach to Security: A Culture of Co-ordination?" *Studia diplomatica*, 64, no 2 (2011): pp. 3-18; Friis Petersen, Hans Binnendijk, *The Comprehensive Approach Initiative: Future Options for NATO*, (Washington: National Defense University, 2007).

46. Robert Rotberg, "Failed States in a World of Terror," *Foreign Affairs*, 2002: pp. 127-140; James Piazza, "Incubators of Terror: Do Failed and Failing States Promote Transnational Terrorism?" *International Studies Quarterly*, 52, no.3 (September 2008): pp. 469–488.

47. Robert Gates, "Helping Others Defend Themselves," *Foreign Affairs*, 89, no.3 (May-June 2010): pp. 2-6.

48. Ruben Diaz-Plaja, "Projecting Stability: An Agenda for Action," *NATO Review*, March 13, 2018.

49. UAE pledges 30m Euros for G5 Sahel Joint Force, WAM, December 14, 2017: http://wam.ae/en/details/1395302654078

50. Mara, Karlin, *Building Militaries in Fragile States: Challenges for the United States* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2018).

51. Derek Croxton, "The Peace of Westphalia of 1648 and the Origins of Sovereignty," *The International History Review*, 21, no 3 (1999): pp. 569-591.

52. Henry Kissinger, *Diplomacy* (New York: Simon and Schuster, 1994); Henry Kissinger, *World Order* (New York: Penguin Books, 2015).

53. David Rothkopf, “A Time of Unprecedented Instability?” *Foreign Policy*, July 21, 2014.

54. Quoted in Koerber Stiftung, “Reinventing ‘Westphalia’: Historical Lessons for a Future Peace in the Middle East”, 2017. Available at: https://www.koerber-stiftung.de/fileadmin/user_upload/koerber-stiftung/redaktion/westfaelischer-frieden/pdf/2017/Broschuere_Reinventing-Westphalia_171127.pdf. Accessed on May 17, 2018.

الفصل الثاني

1. انظر:

John B. Judis, *The Populist Explosion: How the Great Recession Transformed American and European Politics* (New York: Columbia Global Reports, 2016).

2. انظر:

James H. Stock, Mark W. Watson, “Business Cycle Fluctuations in US Macroeconomic Time Series,” in *Handbook of Macroeconomics,* no.1, ed. John B. Taylor, Michael Woodford (Amsterdam: North Holland, 1999): pp. 3-64.

3. انظر:

Laurence M. Ball, “Long-term Damage from the Great Recession in OECD Countries,” *European Journal of Economics and Economic Policies: Intervention* 11, no. 2 (2014): pp. 149-160.

4. انظر:

Hanspeter Kriesi, Takis S. Pappas, “Populism in Europe during Crisis: An Introduction,” in *European Populism in the Shadow of the Great Recession*, ed. Hanspeter Kriesi, Takis S. Pappas (Colchester: ECPR Press, 2015).

5. انظر:

Joseph E. Stiglitz, “Globalization and its New Discontents,” *Project Syndicate* 5, no. 8 (2016).

6. انظر:

Alan J. P. Taylor, *Origin of the Second World War* (New York: Simon & Schuster Paperbacks, 2005).

7. انظر:

Bryan Caplan, "Systematically Biased Beliefs about Economics: Robust Evidence of Judgmental Anomalies from the Survey of Americans and Economists on the Economy," *The Economic Journal* 112, no. 479 (2002), pp. 433-458, https://doi.org/10.1111/1468-0297.00041 (accessed August 29, 2018).

8. انظر:

Stephen S. Golub, Chang-Tai Hsieh, "Classical Ricardian Theory of Comparative Advantage Revisited," *Review of International Economics* 8, no. 2 (2000): pp. 222.

9. انظر:

Corporate Finance Institute, "Economies of Scale," *Corporate Finance Institute*, 2015,
https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/economics/economies-of-scale/ (accessed August 29, 2018).

10. انظر:

Mary E. Burfisher, Sherman Robinson, Karen Thierfelder, "The Impact of NAFTA on the United States," *Journal of Economic perspectives* 15, no. 1 (2001): pp. 125-144.

11. انظر:

Douglas A. Irwin, Marko Terviö, "Does Trade Raise Income? Evidence from the Twentieth Century," *Journal of International Economics* 58, no. 1 (2002): pp. 1-18, https://doi.org/10.1016/S0022-1996(01)00164-7 (accessed August 29, 2018).

12. انظر:

David C. Mowery, Nathan Rosenberg, *Technology and the Pursuit of Economic Growth* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991).

13. انظر:

Gene Grossman, Elhanan Helpman, "Trade, Innovation, and Growth," *The American economic review* 80, no. 2 (1990): pp. 86-91.

14. انظر:

Kamal Saggi, "Trade, Foreign Direct Investment, and International Technology Transfer: A Survey," *The World Bank Research Observer* 17, no. 2 (2002): pp. 191-235, https://doi.org/10.1093/wbro/17.2.191 (accessed August 29, 2018).

15. انظر:

Jian-Ye Wang, Magnus Blomström, “Foreign Investment and Technology Transfer: A Simple Model,” *European economic review* 36, no. 1 (1992): pp. 137-155, https://doi.org/10.1016/0014-2921(92)90021-N (accessed August 29, 2018).

16. انظر:

Pamela Samuelson, Suzanne Scotchmer, “The Law and Economics of Reverse Engineering,” *Yale LJ* 111, (2001): pp. 1575-1664.

17. انظر:

Anne O. Krueger, Baran Tuncer, “An Empirical Test of the Infant Industry Argument,” *The American Economic Review* 72, no. 5 (1982): pp. 1142-1152.

18. انظر:

Per Pinstrup-Andersen, “Food Security: Definition and Measurement,” *Food security* 1, no. 1 (2009): pp. 5-7.

19. انظر:

Avinash Dixit, Victor Norman, “Gains from Trade without Lump-Sum Compensation,” *Journal of International Economics* 21, no. 1-2 (1986): pp. 111-122, https://doi.org/10.1016/0022-1996 (86)90008-5 (accessed August 29, 2018).

20. انظر:

Robert D. Tollison, “Rent Seeking: A Survey,” *Kyklos* 35, no. 4 (1982): pp. 575-602, https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1982.tb00174.x (accessed August 29, 2018).

21. انظر:

Gene M. Grossman, Elhanan Helpman, *Special Interest Politics* (London: The MIT press, 2001).

22. انظر:

Caplan, “Systematically Biased Beliefs about Economics”.

23. انظر: المرجع السابق.

24. انظر:

Anna Maria Mayda, Dani Rodrik, “Why Are Some People (and Countries) more Protectionist than Others?” *European Economic Review* 49, no. 6 (2005): pp.

1393-1430, https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2004.01.002 (accessed August 19, 2018).

25. انظر:

Jens Hainmueller, Michael J. Hiscox, "Learning to Love Globalization: Education and Individual Attitudes toward International Trade," *International Organization* 60, no. 2 (2006): pp. 469-498, https://doi.org/10.1017/S0020818306060140 (accessed August 19, 2018).

26. انظر:

Mayda, Rodrik, "Why Are Some People".

27. انظر:

Voltaire, *Philosophical Dictionary* (New York: Carlton House), p.132, https://www.gutenberg.org/files/18569/18569-h/18569-h.htm#Fatherland (accessed August 19, 2018).

28. انظر:

Miles Hewstone, Mark Rubin, Hazel Willis, "Intergroup Bias," *Annual review of psychology* 53, no. 1 (2002): pp. 575-604.

29. انظر:

Ross A. Hammond, Robert Axelrod, "The Evolution of Ethnocentrism," *Journal of Conflict Resolution* 50, no. 6 (2006): pp. 926-936, https://doi.org/10.1177/0022002706293470 (accessed August 29, 2018).

30. انظر:

Amy R. Krosch, David M. Amodio, "Economic Scarcity Alters the Perception of Race," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, no. 25 (2014): pp. 9079-9084, https://doi.org/10.1073/pnas.1404448111 (accessed August 29, 2018).

31. انظر:

Kriesi, Pappas, "Populism in Europe during Crisis".

32. انظر:

Lars Magnusson, *The Political Economy of Mercantilism* (London: Routledge, 2015).

33. انظر:

Raphaël Franck, Noel D. Johnson, John Nye, "From Internal Taxes to National Regulation: Evidence from a French Wine Tax Reform at the Turn of the Twentieth Century," *Explorations in Economic History* no. 51, (2014): pp.77-93, https://doi.org/10.1016/j.eeh.2013.06.005 (accessed August 29, 2018).

34. انظر:

Robert Gilpin, *The Political Economy of International Relations* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1987).

35. انظر:

Charles Montesquieu, *The Spirit of Laws* (Ontario: Batoche Books, 1748), p.346, https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/montesquieu/spiritoflaws.pdf (accessed August 7, 2018).

36. انظر:

Thomas Paine, "The Rights of Man, Part the Second," in *The Complete Writings of Thomas Paine*", ed. Philip S. Foner (New York: The Citadel Press, 1945), p. 400, https://mises.org/sites/default/files/The%20Complete%20Writings%20of%20Thomas%20Paine,%20Volume%201_2.pdf (accessed August 7, 2018).

37. انظر:

Montesquieu, *The Spirit of Laws*, p. 346.

38. انظر:

Paine, "The Rights of Man", p. 400.

39. انظر:

Immanuel Kant, *Perpetual Peace* (London: Swan Sonnenschein & Co, 1795): p.157,https://ia801406.us.archive.org/1/items/perpetualpeacea00kantgoog/perpetualpeacea00kantgoog.pdf (accessed August 7, 2018).

40. انظر:

John R. Oneal, Bruce M. Russet, "The Classical Liberals Were Right: Democracy, Interdependence, and Conflict, 1950-1985," *International Studies Quarterly* 41, no. 2 (1997): pp. 267-294, https://doi.org/10.1111/1468-2478.00042 (accessed July 29, 2018).

41. انظر:

Solomon W. Polachek, "Conflict and Trade," *Journal of Conflict Resolution* 24, no. 1 (1980): pp. 55-78, https://doi.org/10.1177/002200278002400103 (accessed July 29, 2018).

42. Ruth W. Arad, Seev Hirsch, "Peacemaking and Vested Interests," *International Studies Quarterly* 25, no. 3 (1981): pp. 439-468, https://doi.org/10.2307/2600581 (accessed July 29, 2018).

43. انظر:

Solomon W. Polachek, John Robst, Yuan-Ching Chang, "Liberalism and Interdependence: Extending the Trade-Conflict Model," *Journal of Peace Research* 36, no. 4 (1999): pp. 405-422, https://doi.org/10.1177/0022343399036004002 (accessed July 29, 2018).

44. انظر:

John R. Oneal, Bruce M. Russett, "The Kantian Peace: The Pacific Benefits of Democracy, Interdependence, and International Organizations, 1885–1992," *World Politics* 52, no. 1 (1999): pp. 1–37, https://doi.org/10.1017/S0043887100020013 (accessed July 29, 2018).

45. انظر:

John Stuart Mill, *Principles of Political Economy* (London: John W. Parker, 1848), p. 131.

46. انظر:

Omar Al-Ubaydli, Daniel Houser, John Nye, Maria Pia Paganelli, Xiaofei Sophia Pan, "The Causal Effect of Market Priming on Trust: An Experimental Investigation Using Randomized Control," *PLoS ONE* 8, no. 3 (2013), https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055968 (accessed July 29, 2018).

47. انظر:

Paul J. Zak, Stephen Knack, "Trust and Growth," *The Economic Journal* 111, no. 470 (2001): pp. 295-321, https://doi.org/10.1111/1468-0297.00609 (accessed July 29, 2018).

48. انظر:

European Union, "EU Treaties," *European Union*, n.d., https://europa.eu/european-union/law/treaties_en (accessed July 29, 2018).

49. انظر: المرجع السابق.

50. انظر:

EUR-Lex, "Treaty Establishing the European Coal and Steel Community, ECSC Treaty," *EUR-Lex*, 2017, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1531822227693&uri=LEGISSUM:xy0022 (accessed July 29, 2018).

51. انظر: المرجع السابق.

52. انظر:

European Union, "EU treaties".

53. انظر: المرجع السابق.

54. انظر:

Cameron Fraser, "The European Union as a Model for Regional Integration," *Council on Foreign Relations*, September 24, 2010, https://www.cfr.org/report/european-union-model-regional-integration (accessed July 29, 2018).

55. انظر:

World Trade Organization, "Understanding the WTO - The Uruguay Round," *World Trade Organization*, n.d., https://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/fact5_e.htm (accessed July 29, 2018).

56. انظر:

World Trade Organization, "Understanding the WTO - The GATT Years: from Havana to Marrakesh," *World Trade Organization*, n.d., https://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/tif_e/fact4_e.htm (accessed July 29, 2018).

57. انظر:

Judith L. Goldstein, Douglas Rivers, Michael Tomz, "Institutions in International Relations: Understanding the Effects of the GATT and the WTO on World Trade," *International Organization* 61, (2007): pp. 37-67, https://doi.org/10.1017/S0020818307070014 (accessed July 29, 2018).

58. انظر:

Elhanan Helpman, Marc Melitz, Yona Rubinstein, "Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes," *Quarterly Journal of Economics* 123, no. 2 (2008): pp. 441-487, https://doi.org/10.1162/qjec.2008.123.2.441 (accessed July 29, 2018).

59. انظر:

Therese Pettersson, Kristine Eck, "Organized Violence, 1989 – 2017," *Journal of Peace Research* 55, no. 4 (2018), pp. 535-547, http://pcr.uu.se/digitalAssets/667/c_667494-l_1-k_armed-conflict-by-type--1946-2017.pdf (accessed August 29, 2018).

60. انظر:

Oneal, Russett, "The Kantian Peace".

61. انظر:

Rafael Reuveny, Heejoon Kang, "International Trade, Political Conflict/Cooperation, and Granger Causality," *American Journal of Political Science* 40, no. 3 (1996): pp. 943-970, https://www.jstor.org/stable/2111801 (accessed July 29, 2018).

62. انظر:

Polachek, Robst, Chang, "Liberalism and Interdependence".

63. انظر:

Ronald Albers, Lars Jonung, *Major Crises: Historical Comparisons to the Great Depression and the Classical Gold Standard* (Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011) p.3, http://ec.europa.eu/eurostat/documents/4187653/5781937/EWP-2011-001-EN.PDF/c05f46ae-a717-4a09-81a9-d581ceac7e55 (accessed August 8, 2018).

64. انظر:

Barry Eichengreen, Douglas A. Irwin, "The Slide to Protectionism in the Great Depression: Who Succumbed and Why?" *The Journal of Economic History* 70, no. 4 (2010): pp. 871-897, https://doi.org/10.1017/S0022050710000756 (accessed August 8, 2018).

65. انظر:

Pierre-Cyrille Hautcoeur, *La crise de 1929* (Paris: La Découverte, 2009).

66. انظر:

Eichengreen, Irwin, "The Slide to Protectionism".

67. انظر: المرجع السابق.

68. انظر:

Hautcoeur, *La crise de 1929.*

69. انظر:

Krosch, Amodio, "Economic Scarcity".

70. انظر:

Robert W. Jackman, Karin Volpert, "Conditions Favouring Parties of the Extreme Right in Western Europe," *British Journal of Political Science* 26, no. 4 (1996): pp. 501-521, https://doi.org/10.1017/S0007123400007584 (accessed August 8, 2018).

71. انظر:

Hautcoeur, *La crise de 1929.*

72. Stephen H. Roberts, "The Rise of Hitlerism," *The Australian Quarterly* 5, no. 18 (1933): pp.57-68, https://www.jstor.org/stable/20629056 (accessed August 8, 2018).

73. انظر: المرجع السابق.

74. انظر: المرجع السابق؛ وأيضاً:

Reinhard Kühnl, "The Rise of Fascism in Germany and Its Causes," in *Towards the Holocaust: The Social and Economic Collapse of the Weimar Republic*, ed. Michael N. Dobkowski, Isidor Wallimann (Westport: Greenwood Press, 1983) : pp. 93-114.

75. انظر: المرجع السابق

76. Barry Eichengreen, Douglas A. Irwin, "The Protectionist Temptations : Lessons from the Great Depression for Today," *VOX CEPR Policy Portal*, March 17, 2009, https://voxeu.org/article/protectionist-temptation-lessons-great-depression-today (accessed August 3, 2018).

77. انظر:

Hautcoeur, *La crise de 1929.*

78. انظر:

Barry Eichengreen, Kevin O'Rourke, "A Tale of Two Depressions: What Do the New Data Tell Us?" *VOX CEPR Policy Portal*, March 8, 2010, https://voxeu.org/article/tale-two-depressions-what-do-new-data-tell-us-february-2010-update#jun09 (accessed August 3, 2018).

79. انظر:

Christine J. Walley, "Trump's Election and the 'White Working Class': What We Missed," *American Ethnologist* 44, no. 2 (2017): pp. 231-236, https://doi.org/10.1111/amet.12473 (accessed August 8, 2018).

.80 انظر:

The World Bank Group, "Trade (% of GDP)," *The World Bank*, n.d., https://data.worldbank.org/indicator/NE.TRD.GNFS.ZS (accessed August 29, 2018).

.81 انظر:

Chad P. Bown, Melina Kolb, "Trump's Trade War Timeline: An Up-To-Date Guide," *Peterson Institute for International Economics*, April 19, 2018, https://piie.com/system/files/documents/trump-trade-war-timeline.pdf (accessed August 29, 2018).

.82 انظر:

European Commission, "United States," *European Commission*, April 16, 2018, http://ec.europa.eu/trade/policy/countries-and-regions/countries/united-states/ (accessed August 29, 2018).

83. Bown, Kolb, "Trump's Trade War Timeline".

.84 انظر: المرجع السابق.

.85 انظر:

Euan McKirdy, "Turkey's Erdogan Defiant in the Face of US Tariffs, Sanction Threats," *CNN* (2018), https://edition.cnn.com/2018/08/13/europe/erdogan-us-sanctions-brunson-intl/index.html (accessed August 29, 2018).

.86 انظر: المرجع السابق.

.87 انظر:

Robert A. Blecker, "Trump Is a Protectionist - But Who Is He Protecting?" *Jacobin* (2018),https://www.jacobinmag.com/2018/03/donald-trump-tariffs-protectionism-trade (accessed August 29, 2018).

.88 انظر:

Greg Ip, "The Flaw in Trump's National Security Tariffs Logic," *The Wall Street Journal*(2018),https://www.wsj.com/articles/the-flaw-in-trumps-national-security-tariffs-logic-1520612895 (accessed August 29, 2018).

.89 انظر:

Caplan, "Systematically Biased Beliefs About Economics", Mayda, Rodrik, "Why Are Some People." Hainmueller, Hiscox, "Learning to Love Globalization".

90. انظر:

Hewstone, Rubin, Willis, "Intergroup Bias".

91. انظر: المرجع السابق.

92. انظر: المرجع السابق.

93. انظر: المرجع السابق.

94. انظر: المرجع السابق.

95. انظر: المرجع السابق.

الفصل الثالث

1. See: Waters CN, Zalasiewicz J, Summerhayes C, et al. "The Anthropocene is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene". *Science* (2016): pp. 351.

2. See: Christiana Figueres, Hans Joachim Schellnhuber, Gail Whiteman, et al. "Three Years to Safeguard Our Climate". *Nature* no. 546 (2017): pp 593–595.

3. http://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/

4. See: Griggs D, Stafford-Smith M, Gaffney O, et al. "Sustainable Development Goals for People and Planet". *Nature* no. 495, (2013): p. 305.

5. See: Steffen W, Richardson K, Rockström J, et al. "Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet". *Science* (2015): p. 347.

6. See: Prescott TJ, Lepora N and Vershure PFMJ. "A Future of Living Machines?: International Trends and Prospects in Biomimetic and Biohybrid Systems". *Proc. SPIE 9055, Bioinspiration, Biomimetics and Bioreplication*, 905502-905502-905512. (2014). And: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ. *The Handbook of Living Machines:Research in Biomimetic and Biohybrid Systems,* (Oxford, UK: Oxford University Press 2018).

7. See: Nowotny H, Scott P and Gibbons M, *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty,* (Cambridge: Polity Press 2001). And: Prescott TJ and Verschure PFMJ, "Action-Oriented Cognition and its Implications: Contextualising the New Science of Mind". In: Engel AK, Friston K and Kragic D (eds) *Where's the Action? The Pragmatic Turn in Cognitive Science.* Cambridge, MA: MIT Press for the Ernst Strüngmann Foundation, (2016): pp. 321-331.

8. See: Verschure PFMJ. "Action-Oriented Cognition and its Implications: Contextualising the New Science of Mind". In: Engel AK, Friston K and Kragic D (eds) *Where's the Action? The Pragmatic Turn in Cognitive Science.* Cambridge, MA: MIT Press for the Ernst Strüngmann Foundation, (2016): pp. 321-331.

9. See: Bostrom N. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies,* (Oxford: Oxford University Press, 2014).

10. Anderson DP, Cobb J, Korpela E, et al, "SETI@home: An Experiment in Public-Resource Computing". *Commun. ACM* no. 45, (2002): pp. 56-61.

11. See: Alloy J, "Sustainability of Living Machines". In: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ (eds) *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems* (Oxford, UK, OUP 2018): pp. 614-622.

12. See: Latour B. "Agency at The Time of the Anthropocene". *New Literary History* no. 45, (2014): pp. 1-18.

13. See: Kahneman D. *Thinking, Fast and Slow* (New York: Farrar, Straus and Giroux Kahneman, 2011).

14. See: Caruso GD and Flanagan O. *Neuroexistentialism: Meaning, morals and Purpose in the Age of Neuroscience* (Oxford: Oxford University Press, 2018).

15. "Healthy Life Years and Life Expectancy at Birth by Sex", http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdph100 (Accessed March 7, 2017).

16. See: Hattie J, *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement* (Abingdon: Routledge, 2008).

17. See: Scala A and D'Agostino G, *Networks of Networks: The Last Frontier Complexity* (Berlin: Springer 2014).

18. See: Walpole J, Papin JA and Peirce SM, "Multiscale Computational Models of Complex Biological Systems". *Annual Review of Biomedical Engineering* no. 15, (2013): pp. 137-154 .

19. See: Bostrom N, *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies* (Oxford: Oxford University Press, 2014).

20. See: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ, *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems* (Oxford, UK: Oxford University Press, 2018).

21. See: Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, et al, "The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration". *The Anthropocene Review* no. 2, (2015): p.p. 81-98.

22. See: Graedel TE, Harper EM, Nassar NT, et al, "Criticality of Metals and Metalloids". *Proceedings of the National Academy of Sciences* no. 112, (2015): p. 4257.

23. See: Halloy J, "Sustainability of Living Machines". In: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ (eds) *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems.* (Oxford, UK: OUP 2018): pp. 614-622.

24. See: Halloy J, "Sustainability of Living Machines". In: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ (eds) *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems.* (Oxford, UK: OUP 2018): pp. 614-622.

25. See: Halloy J, "Sustainability of Living Machines". In: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ (eds) *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems.* (Oxford, UK: OUP, 2018): pp. 614-622.

26. See: Newell A, Shaw JC and Simon HA, "Report on a General Problem-Solving Program". *IFIP Congr*, (1959): pp. 256–264.

27. See: Laird JE, Newell A and Rosenbloom PS, "SOAR: An Architecture for General Intelligence". *Artificial Intelligence* no. 33, (1987): pp. 1-64.

28. See: Anderson JR, *The Architecture of Cognition,* (Cambridge, MA.: Harvard University Pres, 1983).

29. See: Brooks RA "New Approaches to Robotics". *Science* no. 253, (1991): pp. 1227-1232. Also see: Ataric MJ, "Behavior-Based Control: Examples From Navigation, Learning, and Group Behavior". *Experimental and Theoretical Artificial Intelligence, special issue on Software Architectures for Physical Agents* no. 9, (1997): pp. 323-336.

30. See: Russakovsky O, Deng J, Su H, et al, "ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge". *International Journal of Computer Vision* no. 115, (2015): pp. 211-25.

31. See: Karpathy A and Fei-Fei L, "Deep Visual-Semantic Alignments for Generating Image Descriptions". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* no. 39, (2017): pp. 664-67.

32. See: Mnih V, Kavukcuoglu K, Silver D, et al, "Human-Level Control Through Deep Reinforcement Learning. *Nature* no. 518, (2015): p. 529.

33. See: Silver D, Huang A, Maddison CJ, et al, "Mastering the Game of Go With Deep Neural Networks and Tree Search". *Nature* no. 529, (2016): p. 484.

34. See: Lake BM, Ullman TD, Tenenbaum JB, et al, "Building Machines That Learn and Think Like People". *Behavioral and Brain Sciences* no. 40, (2017): p. e253.

35. See: Lake BM, Salakhutdinov R and Tenenbaum JB, "Human-Level Concept Learning Through Probabilistic Program Induction". *Science* no. 350, (2015): p. 1332.

36. See: Verschure PFMJ, "Distributed Adaptive Control: A theory of the Mind, Brain, Body Nexus". *Biologically Inspired Cognitive Architectures* no. 1, (2012): pp. 55-72.

37. See: Friston K. "The Free-Energy Principle: a Unified Brain Theory? *Nature Reviews Neuroscience* no. 11, (2010): p. 127.

38. See: Greff K, Srivastava RK, Koutník J, et al, "LSTM: A Search Space Odyssey". *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* no.28, (2017): pp. 2222-2232.

39. See: Verschure PFMJ, Pennartz CMA and Pezzulo G, "The Why, What, Where, When and How of Goal-Directed Choice: Neuronal and Computational Principles". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* no. 369, (2014). Also See: Moulin-Frier C, Fischer T, Petit M, et al, "A Proactive Robot Cognitive Architecture to Acquire and Express Knowledge About the World and the Self". *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems,* (2017): p. 1.

40. See: Enel P, Procyk E, Quilodran R, et al, "Reservoir Computing Properties of Neural Dynamics in Prefrontal Cortex". *PLOS Computational Biology* no. 12, (2016): e1004967.

41. See: Goodman ND, Ullman TD and Tenenbaum JB, "Learning a Theory of Causality". *Psychological Review* no. 118, (2011): pp. 110-119.

42. See: Nelson K, *Young Minds in Social Worlds: Experience, Meaning and Memory,* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2007).

43. See: Foster ME, Keizer S, Wang Z, et al, "Machine Learning of Social States and Skills for Multi-Party Human-Robot Interaction". *ECAI 2012 Workshop on Machine Learning for Interactive Systems (MLIS2012).* (Montpellier, France 2012).

44. See: Pelke ES and Kinzler KD, "Core knowledge". *Developmental Science* no. 10, (2006): pp. 89-96.

45. See Tenenbaum JB, Kemp C, Griffiths TL, et al, "How to Grow a Mind: Statistics, Structure, and Abstraction". *Science* no. 331, (2011): p. 1279. Also See: Lake BM, Salakhutdinov R and Tenenbaum JB, "Human-Level Concept Learning Through Probabilistic Program Induction". *Science* no.350, (2015): p.1332. Also See: Martinez-Hernandez U, Damianou A, Camilleri D, et al, "An Integrated Probabilistic Framework for Robot Perception, Learning and Memory". *2016 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO).* (Qingdao, China, 2016): pp. 1796-1801. Also See: Moulin-Frier C, Puigbò J, Arsiwalla XD, et al, "Embodied Artificial Intelligence Through Distributed Adaptive Control: An Integrated Framework". *2017 Joint IEEE International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob)*, (2017): pp. 324-330.

46. See: Moulin-Frier C, Puigbò J-Y, D. Arsiwalla X, et al, "Embodied Artificial Intelligence Through Distributed Adaptive Control: An Integrated Framework". *IEEE International Conference on Development and Learning*, (2017): pp. 324-330.

47. See: Brooks RA, "New Approaches to Robotics". *Science* no. 253, (1991): pp. 1227-1232.

48. See: Latombe J-C, *Robot Motion Planning,* (Berlin: Springer Science & Business Media, 2012).

49. See: Mnih V, Kavukcuoglu K, Silver D, et al, "Human-Level Control Through Deep Reinforcement Learning". *Nature* no. 518, (2015): p. 529.

50. See: D. Kulkarni T, Rajagopal Narasimhan K, Saeedi A, et al, "Hierarchical Deep Reinforcement Learning: Integrating Temporal Abstraction and Intrinsic Motivation". *30th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2016)*, (Barcelona, Spain ,2016).

51. See: Silver D, Huang A, Maddison CJ, et al, "Mastering the Game of Go With Deep Neural Networks and Tree Search. *Nature* no. 529, (2016): p. 484.

52. See: Lake BM, Salakhutdinov R and Tenenbaum JB, "Human-Level Concept Learning Through Probabilistic Program Induction". *Science* no. 350, (2015): p. 1332.

53. See: Graves A, Wayne G, Reynolds M, et al, "Hybrid Computing Using a Neural Network with Dynamic External Memory". *Nature* no. 538, (2016): p. 471.

54. See: UNRISD. *Combating Poverty and Inequality: Structural Change, Social Policy and Politics,* (France: United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD), 2010).

55. See: Prescott TJ and Caleb-Solly P, *Robotics in Social Care: A Connected Care EcoSystem for Independent Living,* (London: UK EPSRC Robotics and Autonomous Systems (RAS) Network 2017), http://hamlyn.doc.ic.ac.uk/uk-ras/sites/default/files/UK_RAS_wp_social_web_retina.pdf.

56. See: The Council of Europe. *Reference Framework of Competences for Democratic Culture,* (2018), https://www.coe.int/en/web/education/competences-for-democratic-culture. Also See: The World Health Organisation, *13th General Programme of Work: Promote Health, Keep the World Safe, Serve the Vulnerable,* (2018), http://www.who.int/about/what-we-do/gpw-thirteen-consultation/en/.

57. See: Merchant GE and Wallach W, "Coordinating Technology Governance". *Issues in Science and Technology*, no.31, (2015).

58. See: Prescott TJ, "Sunny Uplands or Slippery Slopes? The Risks and Benefits of Using Robots in Care". *UKRE Workshop on Robot Ethics.* (Sheffield, UK, 2013).

59. See: Newell A, "You Can't Play 20 Questions With Nature and Win: Projective Comments on the Papers of This Symposium". In: Chase WG (ed) *Visual Information Processing.* (New York: Academic Press, 1973): pp. 283–310.

60. See: Ford M, *The Rise of the Robots: Technology and the Threat of Mass Unemployment,* (New York: Basic Books, 2015).

61. "Artificial Intelligence Market: Technology (Machine Learning, Natural Language Processing, Context-Aware Computing, Computer Vision), End-User Industry, and Geography - Global Forecast to 2025 by Offering (Hardware, Software, Services)", (February 2018). https://www.marketsandmarkets.com/Press Releases/artificialintelligence.asp %20.asp

62. "Artificial Intelligence Market Forecasts and Valuations", November 2016: https://go.forrester.com/wp-content/uploads/Forrester_Predictions_2017_-Artificial_Intelligence_Will_Drive_The_Insights_Revolution.pdf

63. https://www.tractica.com/resources/white-papers/top-15-use-cases-for-artificial-intelligence/, published Q4 2016.

الفصل الرابع

1. James D Watson and Francis H C Crick, "Molecular Structure of Nucleic Acids; a Structure for Deoxyribose Nucleic Acid," *Nature* 171, no. 4356 (April 25, 1953): pp. 737-8.

2. International Human Genome Sequencing Consortium, "Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome," *Nature* 409, no. 6822 (Feb 15, 2001): pp. 860-921. Also see: John C Venter et al, "The Sequence of the Human Genome," *Science* 291, no. 5507 (February 16, 2001): pp. 1304-51

3. John C Venter et al, "The Sequence of the Human Genome," *Science* 291, no. 5507 (February 16, 2001): pp. 1304-51.

4. Iakes Ezkurdia et al, "Multiple Evidence Strands Suggest That There May Be As Few As 19,000 Human Protein-Coding Genes," *Hum Mol Genet* 23, no. 22 (November 15, 2014): pp. 5866-78.

5. International Human Genome Sequencing Consortium, "Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome," *Nature* 409, no. 6822 (Feb 15, 2001): pp. 860-921. Also See: International Human Genome Sequencing Consortium, "Finishing the Euchromatic Sequence of the Human Genome," *Nature* 431, no. 7011 (October 21, 2004): pp. 931-45.

6. Yan Guo et al, "Improvements and Impacts of GRCh38 Human Reference on High Throughput Sequencing Data Analysis," *Genomics* 109, no. 2 (March 2017): pp. 83-90.

7. Victor A McKusick, "Mendelian Inheritance in Man and Its Online Version, OMIM," *Am J Hum Genet* 80, no. 4 (April 2007): pp. 588-604.

8. Kym M. Boycott et al, "Rare-Disease Genetics in the Era of Next-Generation Sequencing: Discovery to Translation," *Nat Rev Genet* 14, no. 10 (October 2013): pp. 681-91.

9. Kym M. Boycott et al, "Rare-Disease Genetics in the Era of Next-Generation Sequencing: Discovery to Translation," *Nat Rev Genet* 14, no. 10 (October 2013): pp. 681-91. Also See: Alessia Fiorentino et al, "Novel Homozygous Splicing Mutations in ARL2BP Cause Autosomal Recessive Retinitis Pigmentosa," *Mol Vis* no. 24, (August 31, 2018): pp. 603-612.

10. Johann S De-Bono de Bono and Alan Ashworth, "Translating Cancer Research into Targeted Therapeutics," *Nature* 467, no. 7315 (September 30, 2010): pp. 543-9.

11. Chandan Kumar-Sinha and Arul M Chinnaiyan, "Precision Oncology in the Age of Integrative Genomics," *Nat Bioethanol* 36, no. 1 (January 10, 2018): pp. 46-60.

12. Michael E. O'Dwyer and Brian J. Druker, "Status of BCR-ABL Tyrosine Kinase Inhibitors in Chronic Myelogenous Leukemia," *Curr Opin Oncol* 12, no. 6 (November 2000): pp. 594-7. Also See: Charles A. Schiffer, "BCR-ABL Tyrosine Kinase Inhibitors for Chronic Myelogenous Leukemia," *N Engl J Med* 357, no. 3 (July 19, 2007): pp. 258-65.

13. See: Mercedes E Gorre et al, "Clinical Resistance to STI-571 Cancer Therapy Caused by BCR-ABL Gene Mutation or Amplification," *Science 293*, no. 5531 (August 3, 2001): pp. 876-80.

14. Fortunato Ciardiello and Giampaolo Tortora, "EGFR Antagonists in Cancer Treatment," *N Engl J Med* 358, no. 11 (March 13, 2008): pp. 1160-74. Also See: Erika Martinelli et al, "Anti-Epidermal Growth Factor Receptor Monoclonal Antibodies in Cancer Therapy," *Clin Exp Immunol* 158, no.1 (October 2009): pp. 1-9.

15. Caicun Zhou et al "Erlotinib Versus Chemotherapy as First-Line Treatment for Patients with Advanced EGFR Mutation-Positive Non-Small-Cell Lung Cancer (OPTIMAL, CTONG-0802): a Multicentre, Open-Label, Randomised, Phase 3 Study," *Lancet Oncol* 12, no. 8 (August 2011): pp. 735-42.

16. Fortunato Ciardiello and Giampaolo Tortora, "EGFR Antagonists in Cancer Treatment," *N Engl J Med* 358, no. 11 (March 13, 2008): pp. 1160-74. Also See: Erika Martinelli et al, "Anti-epidermal Growth Factor Receptor Monoclonal Antibodies in Cancer Therapy," *Clin Exp Immunol* 158, no. 1 (October 2009): pp. 1-9.

17. Nicola Normanno et al, "Implications for KRAS Status and EGFR-Targeted Therapies in Metastatic CRC," *Nat Rev Clin Oncol* 6, no. 9 (September 2009): pp. 519-27. Also See: Fortunato Ciardiello et al, "Implications of KRAS Mutation Status for the Treatment of Metastatic Colorectal Cancer," *Target Oncol* 4, no. 4 (December 2009): pp. 311-22. Also See: Marina Chiara Garassino, et al, "Should KRAS Mutations be Considered an Independent Prognostic Factor in Patients with Advanced Colorectal Cancer Treated with Cetuximab?" *J Clin Oncol* 26, no. 15 (May 20, 2008): pp. 46-60.

18. Dennis J Slamon et al, "Human Breast Cancer: Correlation of Relapse and Survival with Amplification of the HER-2/neu Oncogene," *Science 235*, no. 4785 (January 9, 1987): pp. 177-82.

19. Dennis J Slamon et al, "Use of Chemotherapy plus a Monoclonal Antibody against HER2 for Metastatic Breast Cancer that Overexpresses HER2," *N Engl J Med* 344, no. 11 (March 15, 2001): pp. 783-92. Also See: Dennis J Slamon et al, "Adjuvant Trastuzumab in HER2-Positive Breast Cancer," *N Engl J Med* 365, no. 14 (October 6, 2011): pp. 1273-83.

20. Helen Davies et al, "Mutations of the BRAF Gene in Human Cancer," *Nature* 417, no. 6892 (June 27, 2002):pp. 949-54.

21. Paul B Chapman et al, "Improved Survival with Vemurafenib in Melanoma with BRAF V600E Mutation," *N Engl J Med* 364, no. 26 (June 30, 2011): pp. 2507-16.

22. David M Hyman et al, "Vemurafenib in Multiple Nonmelanoma Cancers with BRAF V600 Mutations," *N Engl J Med* 373, no. 8 (August 20, 2015): pp. 726-36.

23. Yoshio Miki et al, "A Strong Candidate for the Breast and Ovarian Cancer Susceptibility Gene BRCA1," *Science 266*, no. 5182 (October 7, 1994): pp. 66-71. Also See: Richard Wooster et al, "Identification of the Breast Cancer Susceptibility Gene BRCA2," *Nature* 378, no. 6559 (December 21, 1995): pp. 789-92.

24. Ralph Scully, "Role of BRCA Gene Dysfunction in Breast and Ovarian Cancer Predisposition," *Breast Cancer Res* 2, no. 5 (July 13, 2000): pp. 324-30.

25. Jason T Heale et al, "Condensin I Interacts with the PARP-1-XRCC1 Complex and Functions in DNA Single-Strand Break Repair," *Mol Cell* 21, no. 6 (March 17, 2006): pp. 837-48.

26. Andrew Tutt et al, "Oral Poly (ADP-ribose) Polymerase Inhibitor Olaparib in Patients with BRCA1 or BRCA2 Mutations and Advanced Breast Cancer: a Proof-of-Concept Trial," *Lancet* 376, no. 9737 (July 24, 2010): pp. 235-44.

27. M William Audeh et al, "Oral Poly (ADP-ribose) Polymerase Inhibitor Olaparib in Patients with BRCA1 or BRCA2 Mutations and Recurrent Ovarian Cancer: a Proof-of-Concept Trial," *Lancet* 376, no. 9737 (July 24, 2010): pp. 245-51.

28. Victor A McKusick, "Mendelian Inheritance in Man and Its Online Version, OMIM," *Am J Hum Genet* 80, no. 4 (April 2007): pp. 588-604. Also See: Kym M. Boycott et al, "Rare-Disease Genetics in the Era of Next-Generation

Sequencing: Discovery to Translation," *Nat Rev Genet* 14, no. 10 (October 2013): pp. 681-91.

29. S M Cushmana et al, "Identical Intragenic Microsatellite Haplotype Found in Cystic Fibrosis Chromosomes Bearing Mutation G551D in Irish, English, Scottish, Breton and Czech Patients," *Hum Hered* 45, no. 1 (January-February 1995): pp. 6-12. Also See: Regine M Lim et al, "Targeted Mutation Screening Panels Expose Systematic Population Bias in Detection of Cystic Fibrosis Risk," *Genet Med* 18, no. 2 (February 2016): pp. 174-9. Also See: Issa Siryani et al, "Distribution of Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator (CFTR) Mutations in a Cohort of Patients Residing in Palestine," *PLoS One* 10, no. 7 (July 24, 2015): e0133890.

30. Lori L Vanscoy et al, "Heritability of lung disease severity in cystic fibrosis," Am J Respir Crit Care Med 175, 10 (2007 May 15): 1036-43.

31. Norbert Kartner et al, "Expression of the Cystic Fibrosis Gene in Non-Epithelial Invertebrate Cells Produces a Regulated Anion Conductance," *Cell* 64, no. 4 (February 22, 1991): pp. 681-91.

32. Bonnie W Ramsey et al, "A CFTR Potentiator in Patients with Cystic Fibrosis and the G551D Mutation," *N Engl J Med* 365, no.18 (November 3, 2011): pp. 1663-72. Also See: Michael P Boyle et al, "A CFTR Corrector (Lumacaftor) and a CFTR Potentiator (Ivacaftor) for Treatment of Patients with Cystic Fibrosis Who Have a phe508del CFTR Mutation: a Phase 2 Randomised Controlled Trial," *Lancet Respir Med* 2, no. 7 (July 2014): PP. 527-38.

33. Fredrick Van Goor et al, "Rescue of CF Airway epithelial Cell Function in Vitro by a CFTR Potentiator, VX-770," *Proc Natl Acad Sci* 106, no. 44 (November 3, 2009): pp. 18825-30. Also See: Frank J Accurso et al, "Effect of VX-770 in Persons with Cystic Fibrosis and the G551D-CFTR Mutation," *N Engl J Med* 363, no. 21 (November 18, 2010): pp. 1991-2003. Also See: Sara Guigui et al, "The Use of Ivacaftor in CFTR Mutations Resulting in Residual Functioning Protein," *Respir Med Case Rep* 19 (October 18, 2016): pp. 193-195.

34. Steven M Rowe et al, "Progress in Cystic Fibrosis and the CF Therapeutics Development Network," *Thorax* 67, no.10 (October 2012):pp. 882-90.

35. Deborah M Cholon et al, "Potentiator Ivacaftor Abrogates Pharmacological Correction of ΔF508 CFTR in Cystic Fibrosis," *Sci Transl Med* 6, no. 246 (July 23, 2014): p. 246ra96.

36. Peter J Schwartz et al, "Genotype-Phenotype Correlation in the Long-QT Syndrome: Gene-Specific Triggers for Life-Threatening Arrhythmias,"

Circulation 103, no. 1 (January 2, 2001): pp. 89-95. Also See: Silvia G Priori et al, "Association of Long QT Syndrome Loci and Cardiac Events among Patients Treated with Beta-Blockers," *JAMA* 292, no.11 (September 15, 2004): pp. 1341-4.

37. Andrea Mazzanti et al, "Gene-Specific Therapy with Mexiletine Reduces Arrhythmic Events in Patients with Long QT Syndrome Type 3," *J Am Coll Cardiol* 67, no. 9 (March 8, 2016): pp. 1053-8.

38. Dario Iafusco et al, "Permanent Diabetes Mellitus in the First Year of Life," *Diabetologia* 45, no.6 (June 2002): pp. 798-804. Also See: Andrew T Hattersley and Kashyap A Patel, "Precision Diabetes: Learning from Monogenic Diabetes," *Diabetologia* 60, no. 5 (May 2017): pp. 769-777.

39. Rinki Murphy et al, "Clinical Implications of a Molecular Genetic Classification of Monogenic Beta-Cell Diabetes," *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 4, no. 4 (April 2008): pp. 200-13.

40. Ohn Nyunt et al, "Investigating Maturity Onset Diabetes of the Young," *Clin Biochem Rev* 30, no.2 (May 2009): pp. 67-74.

41. Marina Capuano et al, "Glucokinase (GCK) Mutations and Their Characterization in MODY2 Children of Southern Italy," *PLoS One* 7, no. 6 (2012): p. e38906. Also See: Itziar Estalella et al, "Mutations in GCK and HNF-1Alpha Explain the Majority of Cases with Clinical Diagnosis of MODY in Spain," *Clin Endocrinol* 67, no. 4 (October 2007): pp. 538-46. Also See: Kazuya Yamagata et al, "Mutations in the Hepatocyte Nuclear Factor-4Alpha Gene in Maturity-Onset Diabetes of the Young (MODY1)," *Nature* 384, no. 6608 (December 5, 1996): pp. 458-60. And Yukio Horikawa et al, "Mutation in Hepatocyte Nuclear Factor-1 Beta Gene (TCF2) Associated with MODY," *Nat Genet* 17, no. 4 (December 1997): pp. 384-5.

42. Ali J Chakera et al, "Recognition and Management of Individuals with Hyperglycemia Because of a Heterozygous Glucokinase Mutation," *Diabetes Care* 38, no. 7 (July 2015): pp. 1383-92. Also See: Ewan R Pearson et al, "Genetic Cause of Hyperglycaemia and Response to Treatment in Diabetes," *Lancet* 362, no. 9392 (October 18, 2003): pp.1275-81. Also See: Ewan R Pearson et al, "Contrasting Diabetes Phenotypes Associated with Hepatocyte Nuclear Factor-1Alpha and -1Beta Mutations," *Diabetes Care* 27, no.5 (May 2004): pp. 1102-7.

43. Jordi Merino and Jose C Florez, "Precision Medicine in Diabetes: an Opportunity for Clinical Translation," *Ann N Y Acad Sci* 1411, no.1 (January 2018): pp.140-

152. Also See: Jason Flannick and Jose C Florez, “Type 2 Diabetes: Genetic Data Sharing to Advance Complex Disease Research,” *Nat Rev Genet* 17, no. 9 (September 2016): pp. 535-49.

44. Victor Rusu et al, “Type 2 Diabetes Variants Disrupt Function of SLC16A11 through Two Distinct Mechanisms,” *Cell* 170, no. 1 (June 29, 2017): pp. 199-212.

45. Lukas K J Stadler and I Sadaf Farooqi, “A New Drug Target for Type 2 Diabetes,” *Cell* 170, no. 1 (June 29, 2017): pp. 12-14.

46. Rafael Lozano et al, “Global and Regional Mortality from 235 Causes of Death for 20 Age Groups in 1990 and 2010: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2010,” *Lancet* 380, no. 9859 (December 15, 2012): pp. 2095-128.

47. Slobodan Zdravkovic et al, “Heritability of Death from Coronary Heart Disease: a 36-year Follow-up of 20 966 Swedish Twins,” *J Intern Med* 252, no.3 (September 15, 2004): pp. 247-54. Also See: Hong-Hee Won et al, “Disproportionate Contributions of Select Genomic Compartments and Cell Types to Genetic Risk for Coronary Artery Disease,” *PLoS Genet* 11, no. 10 (October 28, 2015): p. e1005622. Also See: Earl S Ford et al, “Explaining the Decrease in U.S. Deaths from Coronary Disease, 1980-2000,” *N Engl J Med* 356, no. 23 (June 7, 2007): pp. 2388-98.

48. Mark A Lehrman et al, “Mutation in LDL Receptor: Alu-Alu Recombination Deletes Exons Encoding Transmembrane and Cytoplasmic Domains,” *Science* 227, no. 4683 (January 11, 1985): pp. 140-6.

49. Luis F SORIA et al, “Association between a Specific Apolipoprotein B Mutation and Familial Defective Apolipoprotein B-100,” *Proc Natl Acad Sci* 86, no.2 (January 1989): pp. 587-91.

50. Amit V Khera and Sekar Kathiresan, “Genetics of Coronary Artery Disease: Discovery, Biology and Clinical Translation,” *Nat Rev Genet* 18, no. 6 (June 2017): pp. 331-344.

51. Ron Do et al, “Exome Sequencing Identifies Rare LDLR and APOA5 Alleles Conferring Risk for Myocardial Infarction,” *Nature* 518, no. 7537 (February 5, 2015): pp. 102-6. Also See: Dajiang J Liu et al, “Exome-wide Association Study of Plasma Lipids in >300,000 Individuals,” *Nat Genet* 49, no. 12 (December 2017): pp. 1758-1766. Also See: Xiangfeng Lu et al, “Exome Chip Meta-Analysis Identifies Novel Loci and East Asian-Specific Coding Variants that Contribute to Lipid Levels and Coronary Artery Disease,” *Nat Genet* 49, no.12 (December 2017): pp.1722-1730.

52. Jonathan C Cohen et al, "Low LDL Cholesterol in Individuals of African Descent Resulting from Frequent Nonsense Mutations in PCSK9," *Nat Genet* 37, no. 2 (February 2005): pp.161-5. Also See: Jonathan C Cohen et al, "Sequence Variations in PCSK9, Low LDL, and Protection against Coronary Heart Disease," *N Engl J Med* 354, no. 12 (March 23, 2006): pp.1264-72.

53. Kiran Musunuru et al, "Exome Sequencing, ANGPTL3 Mutations, and Familial Combined Hypolipidemia," *N Engl J Med* 363, no. 23 (December 2, 2010): pp. 2220-7. Also See: Ilenia Minicocci et al, "Clinical Characteristics and Plasma Lipids in Subjects with Familial Combined Hypolipidemia: a Pooled Analysis," *J Lipid Res* 54, no. 12 (December 2013): pp. 3481-90.

54. Samuel S Gidding et al, "The Agenda for Familial Hypercholesterolemia: A Scientific Statement from the American Heart Association," *Circulation* 132, no.22 (December 1, 2015): pp. 2167-92.

55. See: Pradeep Natarajan and Sekar Kathiresan, "PCSK9 Inhibitors," *Cell* 165, no.5 (May 19, 2016): p. 1037. See Also: Xin-Lin Zhang et al, "Safety and Efficacy of Anti-PCSK9 Antibodies: a Meta-Analysis of 25 Randomized, Controlled Trials," *BMC Med* no. 13 (June 23, 2015): pp.123. See Also: Marc S Sabatine et al, "Evolocumab and Clinical Outcomes in Patients with Cardiovascular Disease," *N Engl J Med* 376, no. 18 (May 4, 2017): pp.1713-1722. And Michael J Koren et al, "Efficacy, Safety, and Tolerability of a Monoclonal Antibody to Proprotein Convertase Subtilisin/kexin Type 9 as Monotherapy in Patients with Hypercholesterolaemia (MENDEL): a Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, Phase 2 Study," *Lancet* 380, no. 9858 (December 8, 2012): pp.1995-2006. And Eli M Roth et al, "Monotherapy with the PCSK9 Inhibitor Alirocumab Versus Ezetimibe in Patients with Hypercholesterolemia: Results of a 24 Week, Double-Blind, Randomized Phase 3 Trial," *Int J Cardiol* 176, no.1 (September 2014): pp. 55-61.

56. Kevin Fitzgerald et al, "A Highly Durable RNAi Therapeutic Inhibitor of PCSK9," *N Engl J Med* 376, no.1 (January 5, 2017): pp. 41-51.

57. Qiurong Ding et al, "Permanent Alteration of PCSK9 with in Vivo CRISPR-Cas9 Genome Editing," *Circ Res* 115, no. 5 (August 15, 2014): pp. 488-92.

58. Mark J Graham et al, "Cardiovascular and Metabolic Effects of ANGPTL3 Antisense Oligonucleotides," *N Engl J Med* 377, no. 3 (July 20, 2017): pp. 222-232.

59. Frederick E Dewey et al, "Genetic and Pharmacologic Inactivation of ANGPTL3 and Cardiovascular Disease," *N Engl J Med* 377, no. 3 (July 20, 2017): pp. 211-221.

60. Nathan O Stitziel·et al, "ANGPTL3 Deficiency and Protection against Coronary Artery Disease," *J Am Coll Cardiol* 69, no. 16 (April 25, 2017): pp.2054-2063.

61. Sara Goodwin et al, "Coming of Age: Ten Years of Next-Generation Sequencing Technologies," *Nat Rev Genet* 17, no.6 (May 17, 2016): pp.333-51. Also See: Elaine R Mardis, "A Decade's Perspective on DNA Sequencing Technology," *Nature* 470, no. 7333 (February 10, 2011): pp.198-203.

62. Sara Goodwin et al, "Coming of Age: Ten Years of Next-Generation Sequencing Technologies," *Nat Rev Genet* 17, no. 6 (May 17, 2016): pp. 333-51. Also See: Elaine R Mardis, "A Decade's Perspective on DNA Sequencing Technology," Nature 470, no. 7333 ((February 10, 2011): pp. 198-203. And Elaine R Mardis, "Next-Generation Sequencing Platforms," *Annu Rev Anal Chem* no. 6, (2013): pp. 287-303.

63. Sara Goodwin et al, "Coming of Age: Ten Years of Next-Generation Sequencing Technologies," *Nat Rev Genet* 17, no. 6 (May 17, 2016): pp. 333-51. Also See: Elaine R Mardis, "A Decade's Perspective on DNA Sequencing Technology," Nature 470, no. 7333 ((February 10, 2011): pp. 198-203. And Elaine R Mardis, "Next-Generation Sequencing Platforms," *Annu Rev Anal Chem* no. 6, (2013): pp. 287-303.

64. Mark B Consugar et al, "Panel-Based Genetic Diagnostic Testing for Inherited Eye Diseases is Highly Accurate and Reproducible, and More Sensitive for Variant Detection, than Exome Sequencing," *Genet Med* 17, no.4 (April 2015): pp. 253-261.

65. Tiong Yang Tan et al, "Diagnostic Impact and Cost-effectiveness of Whole-Exome Sequencing for Ambulant Children with Suspected Monogenic Conditions," *JAMA Pediatr* 171, no. 9 (September 1, 2017): pp. 855-862.

66. Linyan Meng et al, "Use of Exome Sequencing for Infants in Intensive Care Units: Ascertainment of Severe Single-Gene Disorders and Effect on Medical Management," *JAMA Pediatr* 171, no. 12 (December 4, 2017): p. e173438.

67. Douglas F Easton et al, "Gene-Panel Sequencing and the Prediction of Breast-Cancer Risk," *N Engl J Med* 372, no. 23 (June 4, 2015): pp. 2243-57.

68. Ahmet Zehir et al, "Mutational Landscape of Metastatic Cancer revealed from Prospective Clinical Sequencing of 10,000 Patients," *Nat Med* 23, no. 6 (June 2017): pp. 703-713.

69. Ahmet Zehir et al, "Mutational Landscape of Metastatic Cancer revealed from Prospective Clinical Sequencing of 10,000 Patients," *Nat Med* 23, no. 6 (June 2017): pp. 703-713.

70. Piter J Bosma et al, "The Genetic Basis of the Reduced Expression of Bilirubin UDP-Glucuronosyltransferase 1 in Gilbert's Syndrome," *N Engl J Med* 333, no. 18 (November 2, 1995): pp. 1171-5. Also See: Lucio Luzzatto and Elisa Seneca, "G6PD Deficiency: a Classic Example of Pharmacogenetics with On-Going Clinical Implications," *Br J Haematol* 164, no. 4 (February 2014): pp. 469-80.

71. Nicholas J Schork, "Personalized Medicine: Time for One-Person Trials," *Nature* 520, no. 7549 (April 30, 2015): pp. 609-11.

72. William E Evans et al, "Altered Mercaptopurine Metabolism, Toxic Effects, and Dosage Requirement in a Thiopurine Methyltransferase-Deficient Child with Acute Lymphocytic Leukemia," *J Pediatr* 119, no. 6 (December 1991): pp. 985-9. Also See: William E Evans et al, "Preponderance of Thiopurine S-Methyltransferase Deficiency and Heterozygosity among Patients Intolerant to Mercaptopurine or Azathioprine," *J Clin Oncol* 19, no. 8 (April 15, 2001): pp. 2293-301.

73. William E Evans et al, "Altered Mercaptopurine Metabolism, Toxic Effects, and Dosage Requirement in a Thiopurine Methyltransferase-Deficient Child with Acute Lymphocytic Leukemia," *J Pediatr* 119, no. 6 (December 1991): pp. 985-9. Also See: William E Evans et al, "Preponderance of Thiopurine S-Methyltransferase Deficiency and Heterozygosity among Patients Intolerant to Mercaptopurine or Azathioprine," *J Clin Oncol* 19, no. 8 (April 15, 2001): pp. 2293-301.

74. Frank J Gonzalez et al, "Characterization of the Common Genetic Defect in Humans Deficient in Debrisoquine Metabolism," *Nature* 331, no. 6155 (February 4, 1988): pp.442-6.

75. Ahmed Mahgoub et al, "Polymorphic Hydroxylation of Debrisoquine in Man," *Lancet* 2, no. 8038 (September 17, 1977): pp.584-6.

76. Yao Yang et al, "Sequencing the CYP2D6 Gene: From Variant Allele Discovery to Clinical Pharmacogenetic Testing," *Pharmacogenomics* 18, no. 7 (May 2017): pp. 673-685.

77. Hong-Guang Xie et al, "Molecular Basis of Ethnic Differences in Drug Disposition and Response," *Annu Rev Pharmacol Toxicol* no. 41 (2001): pp.815-50.

78. Stephen Bernard et al, "Interethnic Differences in Genetic Polymorphisms of CYP2D6 in the U.S. Population: Clinical Implications," *Oncologist* 11, no. 2 (February 2006): pp.126-35.

79. Kristine R Crews et al, "Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium Guidelines for Cytochrome P450 2D6 Genotype and Codeine therapy: 2014 Update," *Clin Pharmacol Ther* 95, no. 4 (April 2004): pp.376-82.

80. Janelle M Hoskins et al, "CYP2D6 and Tamoxifen: DNA Matters in Breast Cancer," *Nat Rev Cancer* 9, no. 8 (August 2009): pp.576-86.

81. Miho Kazui et al, "Identification of the Human Cytochrome P450 Enzymes Involved in the Two Oxidative Steps in the Bioactivation of Clopidogrel to its Pharmacologically Active Metabolite," *Drug Metab Dispos* 38, no. 1 (January 2010): pp.92-9.

82. Stuart A Scott et al, "PharmGKB Summary: Very Important Pharmacogene Information for Cytochrome P450, Family 2, Subfamily C, Polypeptide 19," *Pharmacogenet Genomics* 22, no.2 (2012 February 2012): pp.159-65. Also See: Alan R Shuldiner et al, "Association of Cytochrome P450 2C19 Genotype with the Antiplatelet Effect and Clinical Efficacy of Clopidogrel Therapy," *JAMA* 302, no.8 (August 26, 2009): pp.849-57.

83. Corinne Frére et al, "The CYP2C19*17 Allele is Associated with Better Platelet Response to Clopidogrel in Patients Admitted for non-ST Acute Coronary Syndrome," *J Thromb Haemost* 7, no.8 (August 2009): pp.1409-11.

84. Stuart A Scott et al, "Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium Guidelines for CYP2C19 Genotype and Clopidogrel Therapy: 2013 Update," *Clin Pharmacol Ther* 94, no.3 (September 2013): pp.317-23.

85. Ann K Daly and Barry P King, "Pharmacogenetics of Oral Anticoagulants," *Pharmacogenetics* 13, no.5 (May 2003): pp. 247-52. Also See: Aditi Shendre et al, "Pharmacogenetics of Warfarin Dosing in Patients of African and European Ancestry," *Pharmacogenomics* 19, no. 17 (November 2018): pp.1357-1371. And Diane K Wysowski et al, "Bleeding Complications with Warfarin use: a Prevalent Adverse Effect Resulting in Regulatory Action," *Arch Intern Med* 167, no.13 (July 9, 2007): pp.1414-9.

86. Allan E Rettie et al, "Hydroxylation of Warfarin by Human cDNA-Expressed Cytochrome P-450: a Role for P-4502C9 in the Etiology of (S)-Warfarin-Drug Interactions," *Chem Res Toxicol* 5, no.1 (Jan-Feb 1992): pp.54-9. Also See: Tao Li et al, "Identification of the Gene for Vitamin K Epoxide Eductase," *Nature* 427, no.6974 (February 5, 2004): pp.541-4.

87. Manuela Vecsler et al, "Combined Genetic Profiles of Components and Regulators of the Vitamin K-Dependent Gamma-Carboxylation System Affect Individual Sensitivity to Warfarin," *Thromb Haemost* 95, no.2 (February 2006): pp.205-11.

88. Hirokazu Furuya et al, "Genetic Polymorphism of CYP2C9 and its Effect on Warfarin Maintenance Dose Requirement in Patients Undergoing

Anticoagulation Therapy," Pharmacogenetics 5, no.6 (December 1995): pp.389-92.

89. Hirokazu Furuya et al, "Genetic Polymorphism of CYP2C9 and its Effect on Warfarin Maintenance Dose Requirement in Patients Undergoing Anticoagulation Therapy," Pharmacogenetics 5, no.6 (December 1995): pp.389-92.

90. Mark J Rieder et al, "Effect of VKORC1 Haplotypes on Transcriptional Regulation and Warfarin Dose," *N Engl J Med* 352, no. 22 (June 2, 2005): pp.2285-93. Also See: Giovanna D'Andrea et al, "A Polymorphism in the VKORC1 Gene is associated with an Interindividual Variability in the Dose-Anticoagulant Effect of Warfarin," *Blood* 105, no.2 (Janaury 15, 2005): pp.645-9.

91. Mark J Rieder et al, "Effect of VKORC1 Haplotypes on Transcriptional Regulation and Warfarin Dose," *N Engl J Med* 352, no. 22 (June 2, 2005): pp.2285-93. Also See: Giovanna D'Andrea et al, "A Polymorphism in the VKORC1 Gene is associated with an Interindividual Variability in the Dose-Anticoagulant Effect of Warfarin," *Blood* 105, no.2 (Janaury 15, 2005): pp.645-9.

92. David J Lockhart et al, "Expression Monitoring by Hybridization to High-Density Oligonucleotide Arrays," *Nat Biotechnol* 14, no.13 (December 1996): pp.1675-80. Also See: Vanessa Villegas-Ruiz et al, "Quality Control Usage in High-Density Microarrays Reveals Differential Gene Expression Profiles in Ovarian Cancer," *Asian Pac J Cancer Prev* 17, no.5 (2016): pp.2519-25.

93. Hironori Iwasaki et al, "Accuracy of Genotyping for Single Nucleotide Polymorphisms by a Microarray-based Single Nucleotide Polymorphism Typing Method Involving Hybridization of Short Allele-Specific Oligonucleotides," *DNA Res* 9, no.2 (April 30, 2002): pp.59-62.

94. Marc J. van de Vijver et al, "A Gene-Expression Signature as a Predictor of Survival in Breast Cancer," *N Engl J Med* 347, no.25 (December 19, 2002): pp.1999-2009. Also See: Soonmyung Paik et al, "A Multigene Assay to Predict Recurrence of Tamoxifen-Treated, Node-Negative Breast Cancer," *N Engl J Med* 351, no.27 (December 30, 2004): pp.2817-26.

95. Mark B Consugar et al, "Panel-Based Genetic Diagnostic Testing for Inherited Eye Diseases is Highly Accurate and Reproducible, and More Sensitive for Variant Detection, than Exome Sequencing," *Genet Med* 17, no.4 (April 2015): pp.253-261.

96. Soonmyung Paik et al, "Gene Expression and Benefit of Chemotherapy in Women with Node-Negative, Estrogen Receptor-Positive Breast Cancer," *J Clin Oncol* 24, no.23 (August 10, 2006): pp.3726-34.

97. Veer LJ van't et al, "Gene Expression Profiling Predicts Clinical Outcome of Breast Cancer," *Nature* 415, no.6871 (January 31, 2002): pp.530-6. Also See: Elzbieta A Slodkowska and Jeffrey S Ross, "MammaPrint 70-gene Signature: Another Milestone in Personalized Medical Care for Breast Cancer Patients," *Expert Rev Mol Diagn* 9, no.5 (July 2009): pp.417-22.

98. Francisco J Esteva et al, "Prognostic Role of a Multigene Reverse Transcriptase-PCR Assay in Patients with Node-Negative Breast Cancer not Receiving Adjuvant Systemic Therapy," *Clin Cancer Res* 11, no.9 (May 1, 2005): pp.3315-9.

99. Marina Sirota et al, "Discovery and Preclinical Validation of Drug Indications using Compendia of Public Gene Expression Data," *Sci Transl Med* 3, no.96 (August 17, 2011): 96ra77. Also See: Joel T Dudley et al, "Computational Repositioning of the Anticonvulsant Topiramate for Inflammatory Bowel Disease," *Sci Transl Med* 3, no.96 (August 17, 2011): p.96ra76.

100. Eng-JuhYeoh et al, "Classification, Subtype Discovery, and Prediction of Outcome in Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia by Gene Expression Profiling," *Cancer Cell* 1, no.2 (March 2002): pp.133-43. Also See: Mary E Ross et al, "Classification of Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia by Gene Expression Profiling," *Blood* 102, no.8 (October 15, 2003): pp.2951-9.

101. Eng-JuhYeoh et al, "Classification, Subtype Discovery, and Prediction of Outcome in Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia by Gene Expression Profiling," *Cancer Cell* 1, no.2 (March 2002): pp.133-43. Also See: Mary E Ross et al, "Classification of Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia by Gene Expression Profiling," *Blood* 102, no.8 (October 15, 2003): pp.2951-9.

102. Amy Holleman et al, "Gene-Expression Patterns in Drug-Resistant Acute Lymphoblastic Leukemia Cells and Response to Treatment," *N Engl J Med* 351, no.6 (August 5, 2004): pp.533-42. Also See: Sanne Lugthart et al, "Identification of Genes Associated with Chemotherapy Crossresistance and Treatment Response in Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia," *Cancer Cell* 7, no.4 (April 2005): pp.375-86. .

103. Fortunato Ciardiello and Giampaolo Tortora, "EGFR Antagonists in Cancer Treatment," *N Engl J Med* 358, no.11 (March 13, 2008): pp.1160-74.

104. Michael D Caldwell et al, "CYP4F2 Genetic Variant Alters Required Warfarin Dose," *Blood* 111, NO.8 (April 15, 2008): pp.4106-12. Also See: Michael A Hillman et al, "Relative Impact of Covariates in Prescribing Warfarin According to CYP2C9 Genotype", *Pharmacogenetics* 14, no. 8 (August 2004): pp.539-47.

105. John Deeken et al, "A Pharmacogenetic Study of Docetaxel and Thalidomide in Patients with Castration-Resistant Prostate Cancer using the DMET Genotyping Platform," *Pharmacogenomics* J 10, no.3 (June 2010): pp.191-9.

106. Peter G E Kennedy et al, "Viral Encephalitis of Unknown Cause: Current Perspective and Recent Advances," *Viruses* 9, no.6 (June 6, 2017): p.138.

107. Klaus Schmidt et al, "Identification of Bacterial Pathogens and Antimicrobial Resistance Directly from Clinical Urines by Nanopore-Based Metagenomic Sequencing," *J Antimicrob Chemother* 71, no.1 (January 1, 2017): pp.104-114.

108. Michael R Wilson et al, "Actionable Diagnosis of Neuroleptospirosis by Next-Generation Sequencing," *N Engl J Med* 370, no.25 (June 19, 2014): pp.2408-17.

109. Alexander L Greninger et al, "Rapid Metagenomic Identification of Viral Pathogens in Clinical Samples by Real-Time Nanopore Sequencing Analysis," *Genome Med* 7, no.1 (September 29, 2015): p.99.

110. Joshua Quick et al, "Rapid Draft Sequencing and Real-Time Nanopore Sequencing in a Hospital Uutbreak of Salmonella," *Genome Biol* 16, no.1 (May 30, 2015): p.114. Also See: Joshua Quick et al, "Real-time, Portable Genome Sequencing for Ebola Surveillance," *Nature* 530, no.7589 (February 11, 2016): pp.228-232.

الفصل الخامس

1. WHO. "Urgent Action Needed to Prevent a Return to Pre-Antibiotic Era," September, 9 2015, World Health Organisation. http://www.searo.who.int/mediacentre/ releases/2015/1612/en/ (accessed May 1, 2018).

2. O'Neill, J, "UK Review on Antimicrobial Resistance. Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations", May 19, 2016. https://amrreview.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf.

3. Ibid

4. Wellcome Trust, "Antibiotic resistance Poorly Communicated and Widely Misunderstood by UK Public". https://wellcome.ac.uk/press-release/antibiotic-resistance-poorly-communicated-and-widely-misunderstood-uk-public (accessed May 10, 2018). See Also: Marc Mendelson; Manica Balasegaram; Tim Jinks; Pulcini, C.; Sharland, M., "Antibiotic Resistance has a Language Problem", *Nature,* no.545, (2017): pp.23-25.

5. Marc Mendelson; Manica Balasegaram; Tim Jinks; Pulcini, C.; Sharland, M., Antibiotic Resistance has a Language Problem. *Nature*, no.545, (2017): pp.23-25 See Also: Fleming, A, "Penicillin", Nobel Lecture, (December 11, 1945). https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1945/fleming-lecture.pdf (accessed May 1, 2018).

6. Fleming, A, "Penicillin", Nobel Lecture, (December 11, 1945). https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1945/fleming-lecture.pdf (accessed May 1, 2018). See Also: Kupferschmidt, K, "Resistance Fighters", *Science*, 352, no. 6287, (2016): pp.758-761.

7. Kupferschmidt, K, "Resistance Fighters", *Science*, 352, no. 6287, (2016): pp.758-761.

8. F. C. M.; Luka, R.; Rainer, R, "Targeting Antibiotic Resistance". *Angewandte Chemie International Edition*, 55, no.23, (2016): pp. 6600-6626 DOI: doi:10.1002/anie.201506818.

9. Ibid.

10. Qin, W; Panunzio, M.; Biondi, S, "β-Lactam Antibiotics Renaissance", *Antibiotics*, 3, no.2, (2014):pp. 193-215.

11. Gould, K, "Antibiotics: From Prehistory to the Present Day". *J. Antimicrob. Chemother,* 71, no.3, (2016): pp. 572-575.

12. Becker, B.; Cooper, M. A, "Aminoglycoside Antibiotics in the 21st Century", *ACS Chem. Biol,* 8, no.1, (2013): pp.105-115.

13. Takahashi, Y.; Igarashi, M, "Destination of Aminoglycoside Antibiotics in the 'Post-Antibiotic Era'. *J. Antibiot,* 71, no.1, (2018): pp.4-14.

14. Chopra, I.; Roberts, M, "Tetracycline Antibiotics: Mode of Action, Applications, Molecular Biology, and Epidemiology of Bacterial Resistance", *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 65, no.2, (2001): pp.232-260.

15. Dinos, G. P, "The Macrolide Antibiotic Renaissance". *Br. J. Pharmacol*, 174, no.18, (2017): pp.2967-2983.

16. Butler, M. S.; Hansford, K. A.; Blaskovich, M. A.; Halai, R.; Cooper, M. A, "Glycopeptide Antibiotics: Back to the Future", *J. Antibiot*, 67, no 9, (2014): pp.631-644.

17. Bisacchi, G. S, "Origins of the Quinolone Class of Antibacterials: An Expanded Discovery Story", *J. Med. Chem*, 58, no.12, (2015): pp.4874-4882.

18. A., C. S.; C., V. J, "Lipopeptides from Bacillus and Paenibacillus spp: A Gold Mine of Antibiotic Candidates", *Med. Res. Rev*, 36, no.1, (2016): pp.4-31.

19. Hutchinson, D. K, "Oxazolidinone Antibacterial Agents: A Critical Review". *Curr. Top. Med. Chem*, 3, no.9, (2003): pp.1021-1042.

20. F., C. M.; Luka, R.; Rainer, R, "Targeting Antibiotic Resistance", *Angewandte Chemie International Edition*, 55, no.23, (2016): pp.6600-6626.

21. Crofts, T. S.; Gasparrini, A. J.; Dantas, G, "Next-generation Approaches to Understand and Combat the Antibiotic Resistome", *Nat. Rev. Microbiol,* 15, no.422,(2017):https://www.nature.com/articles/nrmicro. 2017.28#supplementary-information.

22. tropfesta; Arif Tasleem, J.; Archana, T, "The Ever Changing Face of Antibiotic Resistance: Prevailing Problems and Preventive Measures", *Curr. Drug Metab*, 18, no.1, (2017): pp.69-77.

23. D'Costa, V. M.; King, C. E.; Kalan, L.; Morar, M.; Sung, W. W. L.; Schwarz, C.; Froese, D.; Zazula, G.; Calmels, F.; Debruyne, R.; Golding, G. B.; Poinar, H. N.; Wright, G. D., "Antibiotic Resistance is Ancient", *Nature*, 477, no.457, (2011).

24. O'Neill, J, "UK Review on Antimicrobial Resistance. Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations", May 19, 2016. https://amrreview.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf.

25. Van Boeckel, T. P.; Brower, C.; Gilbert, M.; Grenfell, B. T.; Levin, S. A.; Robinson, T. P.; Teillant, A.; Laxminarayan, R, "Global Trends in Antimicrobial Use in Food Animals". *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 112, no.18, (2015): pp.5649-5654.

26. O'Neill, J, "UK Review on Antimicrobial Resistance. Antimicrobials in Agriculture and the Environment: Reducing Unnecessary Use and Waste December2015", https://amrreview.org/sites/default/files/Antimicrobials%20in%20agriculture%20and%20the%20environment%20%20Reducing%20unnecessary%20use%20and%20waste.pdf (accessed Nov 1, 2018).

27. Dungan, R. S.; Snow, D. D.; Bjorneberg, D. L, "Occurrence of Antibiotics in an Agricultural Watershed in South-Central Idaho", *J. Environ. Qual.* 2017, 46, no.6, (2017): pp.1455-1461

28. O'Neill, J, "UK Review on Antimicrobial Resistance. Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations", https://amrreview.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf, (May 19, 2016).

29. Ipsos MORI, "Wellcome Trust Monitor Wave 3, Understanding of Antibiotics", https://wellcome.ac.uk/sites/default/files/antibiotic-resistance-graphic-wellcome-apr16.pdf (accessed May 17, 2018).

30. Ibid.

31. Garner, C, "Antibiotic Prescribing Heat Map Infographic Published All over the UK", https://www.antibioticresearch.org.uk/antibiotic-prescribing-heat-map-infographic-published-all-over-the-uk/ (accessed May 20, 2018).

32. MacFadden, D. R.; McGough, S. F.; Fisman, D.; Santillana, M.; Brownstein, J. S, "Antibiotic Resistance Increases with Local Temperature", *Nature Climate Change,* 2018.

33. Klein, E. Y.; Van Boeckel, T. P.; Martinez, E. M.; Pant, S.; Gandra, S.; Levin, S. A.; Goossens, H.; Laxminarayan, R, "Global Increase and Geographic Convergence in Antibiotic Consumption between 2000 and 2015", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A,* 2018.

34. Liang, D.; Leung, R. K.-K.; Guan, W.; Au, W. W, "Involvement of Gut Microbiome in Human Health and Disease: Brief Overview, Knowledge Gaps and Research Opportunities", *Gut Pathogens*, 10, no.3, (2018).

35. Gilbert, J. A.; Blaser, M. J.; Caporaso, J. G.; Jansson, J. K.; Lynch, S. V.; Knight, R, "Current Understanding of the Human Microbiome", *Nat. Med. (N. Y., NY, U. S.)*, 24, no. 392, (2018).

36. Miller, J. E.; Wu, C.; Pedersen, L. H.; de Klerk, N.; Olsen, J.; Burgner, D. P, "Maternal Antibiotic Exposure During Pregnancy and Hospitalization with Infection in Offspring: a Population-Based Cohort Study, *International Journal of Epidemiology*, 47 (no.2), (2018): pp.561-571.

37. Scott, F. I.; Horton, D. B.; Mamtani, R.; Haynes, K.; Goldberg, D. S.; Lee, D. Y.; Lewis, J. D, "Administration of Antibiotics to Children Before Age 2 Years Increases Risk for Childhood Obesity", *Gastroenterology*, 151, no.1, (2016): pp.120-129.

38. Cooper, M. A.; Shlaes, D, "Fix the Antibiotics Pipeline", *Nature*, 472, no.7341, (2011): p.32

39. Fernandes, P, "The Global Challenge of New Classes of Antibacterial Agents: an Industry Perspective", *Curr. Opin. Pharmacol*, no.24, (2015): pp.7-11

40. "PhRMA Medicines in Development for Cancer", http://phrma-docs.phrma.org/sites/default/files/pdf/oncology-report-2015.pdf (accessed May 20, 2018).

41. Butler, M. S.; Blaskovich, M. A. T.; Cooper, M. A, "Antibiotics in the Clinical Pipeline at the End of 2015", *The Journal Of Antibiotics*, 70, no.3, (2016) https://www.nature.com/articles/ja201672#supplementary-information.

42. Jackson, N.; Czaplewski, L.; Piddock, L. J. V, "Discovery and Development of New Antibacterial Drugs: Learning from Experience?" *J. Antimicrob. Chemother*, 73, no.6, (2018): pp.1452-1459.

43. Anna, P.; M., P. J.; K., O. A.; C., G. J, "Toward the Rational Design of Macrolide Antibiotics to Combat Resistance", *Chem. Biol. Drug Des*, 90. no.5, (2017): pp.641-652.

44. Skripkin, E.; McConnell, T. S.; DeVito, J.; Lawrence, L.; Ippolito, J. A.; Duffy, E. M.; Sutcliffe, J.; Franceschi, F., "Rχ-01 A New Family of Oxazolidinones That Overcome Ribosome-Based Linezolid Resistance", *Antimicrob. Agents Chemother*, 52, no.10, (2008): pp.3550-3557.

45. Blaskovich, M. A. T.; Hansford, K. A.; Gong, Y. J.; Butler, M. S.; Muldoon, C.; Huang, J. X.; Ramu, S.; Silva, A. B.; Cheng, M.; Kavanagh, A. M.; Ziora, Z.; Premraj, R.; Lindahl, F.; Bradford, T. A.; Lee, J. C.; Karoli, T.; Pelingon, R.; Edwards, D. J.; Amado, M.; Elliott, A. G.; Phetsang, W.; Daud, N. H.; Deecke, J. E.; Sidjabat, H. E.; Ramaologa, S.; Zuegg, J.; Betley, J. R.; Beevers, A. P. G.; Smith, R. A. G.; Roberts, J. A.; Paterson, D. L.; Cooper, M. A, "Protein-Inspired Antibiotics Active against Vancomycin- and Daptomycin-Resistant Bacteria", *Nat Commun*, no.9, (2018).

46. Gould, K, "Antibiotics: from Prehistory to the Present Day", *J. Antimicrob. Chemother*, 71, no.3, (2016): pp.572-575.

47. Velkov, T.; Gallardo-Godoy, A.; Swarbrick, J. D.; Blaskovich, M. A. T.; Elliott, A. G.; Han, M. L.; Thompson, P. E.; Roberts, K. D.; Huang, J. X.; Becker, B.; Butler, M. S.; Lash, L. H.; Henriques, S. T.; Nation, R. L.; Sivanesan, S.; Sani, M. A.; Separovic, F.; Mertens, H.; Bulach, D.; Seemann, T.; Owen, J.; Li, J.; Cooper, M. A, "Structure, Function, and Biosynthetic Origin of Octapeptin Antibiotics Active against Extensively Drug-Resistant Gram-Negative Bacteria", *Cell Chem Biol*, 25, no.4, (2018): p.380.

48. Becker, B.; Butler, M. S.; Hansford, K. A.; Gallardo-Godoy, A.; Elliott, A. G.; Huang, J. X.; Edwards, D. J.; Blaskovich, M. A. T.; Cooper, M. A, "Synthesis of Octapeptin C4 and Biological Profiling against NDM-1 and Polymyxin-Resistant Bacteria", *Bioorg. Med. Chem. Lett*, 27, no.11, (2017): pp.2407-2409.

49. Rangel-Vega, A.; Bernstein, L.; Mandujano Tinoco, E.-A.; García-Contreras, S.-J.; García-Contreras, R, "Drug Repurposing as an Alternative for the Treatment of Recalcitrant Bacterial Infections", *Front. Microbiol*, 6, no. 282, (2015).

50. Christiansen, S. H.; Murphy, R. A.; Juul-Madsen, K.; Fredborg, M.; Hvam, M. L.; Axelgaard, E.; Skovdal, S. M.; Meyer, R. L.; Sørensen, U. B. S.; Möller, A.; Nyengaard, J. R.; Nørskov-Lauritsen, N.; Wang, M.; Gadjeva, M.; Howard, K. A.; Davies, J. C.; Petersen, E.; Vorup-Jensen, T, "The Immunomodulatory Drug Glatiramer Acetate is Also an Effective Antimicrobial Agent that Kills Gram-negative Bacteria", *Sci. Rep*, 7, no.1, (2017): p.15653.

51. Payne, D. J.; Gwynn, M. N.; Holmes, D. J.; Pompliano, D. L, "Drugs for Bad Bugs: Confronting the Challenges of Antibacterial Discovery", *Nat. Rev. Drug Discov*, 6, no.1, (2007): pp.29-40.

52. Tommasi, R.; Brown, D. G.; Walkup, G. K.; Manchester, J. I.; Miller, A. A, "Escaping the Labyrinth of Antibacterial Discovery", *Nat. Rev. Drug Discov*, 14, no.8, (2015): pp. 529-542.

53. Tomaras, A. P.; McPherson, C. J.; Kuhn, M.; Carifa, A.; Mullins, L.; George, D.; Desbonnet, C.; Eidem, T. M.; Montgomery, J. I.; Brown, M. F.; Reilly, U.; Miller, A. A.; O'Donnell, J. P, "LpxC Inhibitors as New Antibacterial Agents and Tools for Studying Regulation of Lipid A Biosynthesis in Gram-Negative Pathogens", *mBio*, 5, no.5, (2014).

54. Richter, M. F.; Drown, B. S.; Riley, A. P.; Garcia, A.; Shirai, T.; Svec, R. L.; Hergenrother, P. J, "Predictive Compound Accumulation Rules Yield a Broad-Spectrum Antibiotic", *Nature*, 545, no. 7654, (2017): p.299.

55. Von Nussbaum, F.; Brands, M.; Hinzen, B.; Weigand, S.; Habich, D, "Antibacterial Natural Products in Medicinal Chemistry–Exodus or Revival?" *Angew Chem Int Ed Engl*, 45, no.31, (2006): pp.5072-5129.

56. Clardy, J.; Fischbach, M. A.; Walsh, C. T, "New Antibiotics from Bacterial Natural Products", *Nat. Biotechnol*, no. 24, (2006): p.1541.

57. Moloney, M. G, "Natural Products as a Source for Novel Antibiotics". *Trends Pharmacol. Sci*, 37, no.8, (2016): pp.689-701.

58. Ling, L. L.; Schneider, T.; Peoples, A. J.; Spoering, A. L.; Engels, I.; Conlon, B. P.; Mueller, A.; Schaberle, T. F.; Hughes, D. E.; Epstein, S.; Jones, M.; Lazarides, L.; Steadman, V. A.; Cohen, D. R.; Felix, C. R.; Fetterman, K. A.; Millett, W. P.; Nitti, A. G.; Zullo, A. M.; Chen, C.; Lewis, K, "A New Antibiotic Kills Pathogens Without Detectable Resistance", *Nature*, no. 520, (2015): p.7547.

59. Ueda, K.; Beppu, T, "Antibiotics in Microbial Coculture", *The Journal of Antibiotics,* 70, (2016): p.361.

60. Ibid.

61. Machado, H.; Tuttle, R. N.; Jensen, P. R, "Omics-Based Natural Product Discovery and the Lexicon of Genome Mining," *Curr Opin Microbiol*, no. 39, (2017): pp.136-142.

62. Hover, B. M.; Kim, S.-H.; Katz, M.; Charlop-Powers, Z.; Owen, J. G.; Ternei, M. A.; Maniko, J.; Estrela, A. B.; Molina, H.; Park, S.; Perlin, D. S.; Brady, S. F, "Culture-Independent Discovery of the Malacidins as Calcium-Dependent Antibiotics with Activity Against Multidrug-Resistant Gram-Positive Pathogens", *Nature Microbiology,* 3, no.4, (2018): pp.415-422.

63. O'Shea, R.; Moser, H. E, "Physicochemical Properties of Antibacterial Compounds: Implications for Drug Discovery", *J. Med. Chem*, 51, no. 10, (2008): pp.2871-2878.

64. Blaskovich, M. A. T.; Zuegg, J.; Elliott, A. G.; Cooper, M. A, "Helping Chemists Discover New Antibiotics", *ACS Infect. Dis*, 1, no.7, (2015): pp.285-287.

65. Ibid.

66. Cooper, M. A, "A Community-Based Approach to New Antibiotic Discovery", *Nat. Rev. Drug Discov*, 14. no.9, (2015): pp.587-588.

67. Mullard, A, "Preclinical Antibiotic Pipeline gets a Pick-me-up", *Nat. Rev. Drug Discov*, 16, no. 741, (2017).

68. Munguia, J.; Nizet, V, "Pharmacological Targeting of the Host–Pathogen Interaction: Alternatives to Classical Antibiotics to Combat Drug-Resistant Superbugs", *Trends Pharmacol. Sci*, 38, no.5, (2017): pp.473-488.

69. Czaplewski, L.; Bax, R.; Clokie, M.; Dawson, M.; Fairhead, H.; Fischetti, V. A.; Foster, S.; Gilmore, B. F.; Hancock, R. E.; Harper, D.; Henderson, I. R.; Hilpert, K.; Jones, B. V.; Kadioglu, A.; Knowles, D.; Olafsdottir, S.; Payne, D.; Projan, S.; Shaunak, S.; Silverman, J.; Thomas, C. M.; Trust, T. J.; Warn, P.; Rex, J. H, "Alternatives to Antibiotics–a Pipeline Portfolio Review", *Lancet Infect Dis*, 16, no.2, (2016): pp.239-251.

70. Brown, D, "Antibiotic Resistance Breakers: Can Repurposed Drugs Fill the Antibiotic Discovery Void?" *Nat. Rev. Drug Discov,* 14, no 12, (2015): pp.821-832.

71. Drawz, S. M.; Bonomo, R. A, "Three Decades of β-Lactamase Inhibitors", *Clinical Microbiology Reviews*, 23, no.1, (2010): pp.160-201.

72. González-Bello, C, "Antibiotic Adjuvants – a Strategy to Unlock Bacterial Resistance to Antibiotics", *Bioorg. Med. Chem. Lett*, 27, no.18, (2017): pp. 4221-4228.

73. Vermote, A.; Van Calenbergh, S, "Small-Molecule Potentiators for Conventional Antibiotics against Staphylococcus aureus", *ACS Infect. Dis*, 3, no.11, (2017): pp.780-796.

74. "Antibiotic Research UK Launches its First Research Programme to Tackle Superbugs with Antibiotic Resistance Breakers", http://www.antibioticresearch.org.uk/wp-content/uploads/2015/05/PRESS-RELEASE-Antibiotic-Resistance-Breakers-290216.pdf?5fd627 (accessed May 20, 2018).

75. Sause, W. E.; Buckley, P. T.; Strohl, W. R.; Lynch, A. S.; Torres, V. J, "Antibody-Based Biologics and Their Promise to Combat Staphylococcus Aureus Infections", *Trends Pharmacol. Sci*, 37, no.3, (2016): pp.231-24.

76. Lehar, S. M.; Pillow, T.; Xu, M.; Staben, L.; Kajihara, K. K.; Vandlen, R.; DePalatis, L.; Raab, H.; Hazenbos, W. L.; Hiroshi Morisaki, J.; Kim, J.; Park, S.; Darwish, M.; Lee, B.-C.; Hernandez, H.; Loyet, K. M.; Lupardus, P.; Fong, R.; Yan, D.; Chalouni, C.; Luis, E.; Khalfin, Y.; Plise, E.; Cheong, J.; Lyssikatos, J. P.; Strandh, M.; Koefoed, K.; Andersen, P. S.; Flygare, J. A.; Wah Tan, M.; Brown, E. J.; Mariathasan, S, "Novel Antibody–Antibiotic Conjugate Eliminates Intracellular S. Aureus", *Nature*, no.527, (2015): p.323.

77. Lin, D. M.; Koskella, B.; Lin, H. C, "Phage Therapy: an Alternative to Antibiotics in the Age of Multi-Drug Resistance", *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 8, no.3, (2017): pp.162-173.

78. Salmond, G. P. C.; Fineran, P. C, "A Century of the Phage: Past, Present and Future", *Nat. Rev. Microbiol*, no. 13, (2015): p.777.

79. Hancock, R. E. W.; Nijnik, A.; Philpott, D. J, "Modulating Immunity as a Therapy for Bacterial Infections", *Nat. Rev. Microbiol*, no. 10, (2012): p.243.

80. Gilbert, J. A.; Blaser, M. J.; Caporaso, J. G.; Jansson, J. K.; Lynch, S. V.; Knight, R, "Current Understanding of the Human Microbiome", *Nat. Med. (N. Y., NY, U. S.)*, 24, no.4, (2018): pp.392-400.

81. Hall, A. B.; Tolonen, A. C.; Xavier, R. J, "Human Genetic Variation and the Gut Microbiome in Disease", *Nat. Rev. Genet*, no 18, (2017): p.11.

82. Gilbert, J. A.; Quinn, R. A.; Debelius, J.; Xu, Z. J. Z.; Morton, J.; Garg, N.; Jansson, J. K.; Dorrestein, P. C.; Knight, R, "Microbiome-wide Association

Studies Link Dynamic Microbial Consortia to Disease", *Nature*, 535, no.7610, (2016): pp.94-103.

83. Mimee, M.; Citorik, R. J.; Lu, T. K, "Microbiome Therapeutics - Advances and Challenges", *Adv. Drug Delivery Rev*, no.105, (2016): pp.44-54.

84. Rao, K.; Young, V. B, "Fecal Microbiota Transplantation for the Management of Clostridium Difficile Infection", *Infect. Dis. Clin. North Am*, 29, no.1, (2015): p.109.

85. Ratner, M, "Seres's Pioneering Microbiome Drug Fails Mid-Stage Trial", *Nat. Biotechnol*, 34, no.10, (2016):pp. 1004-1005.

86. Salama, M. F.; Jamal, W. Y.; Mousa, H. A.; Al-AbdulGhani, K. A.; Rotimi, V. O, "The Effect of Hand Hygiene Compliance on Hospital-Acquired Infections in an ICU Setting in a Kuwaiti Teaching Hospital", *Journal of Infection and Public Health*, 6, no1, (2013): pp. 27-34.

87. Haverstick, S.; Goodrich, C.; Freeman, R.; James, S.; Kullar, R.; Ahrens, M, "Patients' Hand Washing and Reducing Hospital-Acquired Infection", *Critical Care Nurse*, 37 no. 3, (2017): pp. e1-e8.

88. Little, P.; Stuart, B.; Hobbs, F. D. R.; Moore, M.; Barnett, J.; Popoola, D.; Middleton, K.; Kelly, J.; Mullee, M.; Raftery, J.; Yao, G.; Carman, W.; Fleming, D.; Stokes-Lampard, H.; Williamson, I.; Joseph, J.; Miller, S.; Yardley, L, "An Internet-Delivered Handwashing Intervention to Modify Influenza-Like Illness and Respiratory Infection Transmission (PRIMIT): a Primary Care Randomised Trial. *The Lancet*, 386, no.10004, (2015): pp.1631-1639.

89. Tartari, E.; Pires, D.; Pittet, D, "Fighting Antibiotic Resistance is in Your Hands", May 5, 2017. *Lancet. Infect. Dis*, 17, no.5, (2017): p.475.

90. World health Organisation, "Hand Hygiene a Key Defence in Europe's Fight against Antibiotic Resistance," http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/antimicrobial-resistance/news/news/2017/05/hand-hygiene-a-key-defence-in-europes-fight-against-antibiotic-resistance (accessed May 20, 2018).

91. Centers for Disease Control and Prevention, "Hygiene Challenges and Resources in Lower Income Countries", https://www.cdc.gov/healthywater/hygiene/ldc/hygiene_challenges.html (accessed May 20, 2018).

92. O'Neill, J, "UK Review on Antimicrobial Resistance. Vaccines and Alternative Approaches: Reducing our Dependence on Antimicrobials", February 2016. https://amrreview.org/sites/default/files/Vaccines%20and%20alternatives_v4_LR.pdf (accessed May 25, 2018).

93. García-Quintanilla, M.; Pulido, M. R.; Carretero-Ledesma, M.; McConnell, M. J, "Vaccines for Antibiotic-Resistant Bacteria: Possibility or Pipe Dream?" *Trends Pharmacol. Sci*, 37, no.2, (2016): pp.143-152.

94. Mishra, R. P. N.; Oviedo-Orta, E.; Prachi, P.; Rappuoli, R.; Bagnoli, F, "Vaccines and Antibiotic Resistance", *Curr. Opin. Microbiol*, 15, no.5, (2012): pp.596-602.

95. Obolski, U.; Lourenço, J.; Thompson, C.; Thompson, R.; Gori, A.; Gupta, S, "Vaccination can Drive an Increase in Frequencies of Antibiotic Resistance among Nonvaccine Serotypes of Streptococcus Pneumoniae", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*, 115, no.12, (2018): pp.3102-3107.

96. Leuthner, K. D.; Doern, G. V, "Antimicrobial Stewardship Programs", *J. Clin. Microbiol*, 51, no.12, (2013): pp. 3916-3920.

97. Pinder, R.; Sallis, A.; Berry, D.; Chadborn, T, "Public Health England. Behaviour Change and Antibiotic Prescribing in Healthcare Settings", *Literature Review and Behavioural Analysis* (2015).

98. Islam, J.; Ashiru-Oredope, D.; Budd, E.; Howard, P.; Walker, A. S.; Hopkins, S.; Llewelyn, M. J, "A National Quality Incentive Scheme to Reduce Antibiotic Overuse in Hospitals: Evaluation of Perceptions and Impact", *J. Antimicrob. Chemother*, 73, no.6, (2018): pp. 1708-1713.

99. Losier, M.; Ramsey, T. D.; Wilby, K. J.; Black, E. K, "A Systematic Review of Antimicrobial Stewardship Interventions in the Emergency Department", *Ann. Pharmacother,* 51, no.9, (2017): pp.774-790.

100. Baur, D.; Gladstone, B. P.; Burkert, F.; Carrara, E.; Foschi, F.; Döbele, S.; Tacconelli, E, "Effect of Antibiotic Stewardship on the Incidence of Infection and Colonisation with Antibiotic-Resistant bBacteria and Clostridium Difficile Infection: a Systematic Review and Meta-Analysis", *Lancet. Infect. Dis*, 17, no.9, (2017): pp.990-1001.

101. "World Antibiotic Awareness Week, 12-18 November 2018", http://www.who.int/ campaigns/world-antibiotic-awareness-week/en/ (accessed May 25, 2018).

102. NPS MedicineWise.YouTube, "Join the Fight against Antibiotic Resistance", https://www.youtube.com/watch?v=2KnpZeRMlmQ (accessed May 25, 2018).

103. Oneway Pictures, NPS MedicineWise and Tropfest, "The Pick Up",.https://www.youtube.com/watch?v=XJeXkJzUmF0.

104. NPS MedicineWise, "Keep the Bugs Outta the Club", 2018.

105. Rees-Roberts, D.; Cooke, P.; Overs, S, "CATCH", BorderPoint Films. http://www.catchshortfilm.com/.

106. O'Neill, J, "UK Review on Antimicrobial Resistance. Rapid Diagnostics: Stopping Unnecessary Use of Antibiotics", (October 2015), http://amr-review.org/Publications (accessed December 28, 2015).

107. Longitude Prize Website. https://longitudeprize.org, (accessed May 1, 2018).

108. Cc Innovation Center, "Antimicrobial Resistance Rapid, Point-of-Need Diagnostic Test Challenge", https://www.cccinnovationcenter.com/challenges/antimicrobial-resistance-diagnostic-challenge, (accessed May 25, 2018).

109. CDC, "Antimicrobial Resistance Diagnostic Challenge", https://dpcpsi.nih.gov/AMRChallenge, (accessed May 25, 2018).

110. Kanthor, R, "Diagnostics: Detection Drives Defence", *Nature* 2014, 509, no.7498. (2014): pp.S14-15.

111. Messacar, K.; Parker, S. K.; Todd, J. K.; Dominguez, S. R, "Implementation of Rapid Molecular Infectious Disease Diagnostics: the Role of Diagnostic and Antimicrobial Stewardship", *J. Clin. Microbiol*, 55, no.3, (2017): pp.715-723.

112. Brown, E. M.; Nathwani, D, "Antibiotic Cycling or Rotation: a Systematic Review of the Evidence of Efficacy", *J. Antimicrob. Chemother*, 55, no.1, (2005): pp.6-9.

113. Kim, S.; Lieberman, T. D.; Kishony, R, "Alternating Antibiotic Treatments Constrain Evolutionary Paths to Multidrug Resistance", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*, 111, no.40, (2014): pp.14494-14499.

114. Imamovic, L.; Sommer, M. O. A, "Use of Collateral Sensitivity Networks to Design Drug Cycling Protocols That Avoid Resistance Development", *Science Translational Medicine*, 5, no.204, (2013).

115. Van Duijn, P. J.; Verbrugghe, W.; Jorens, P. G.; Spohr, F.; Schedler, D.; Deja, M.; Rothbart, A.; Annane, D.; Lawrence, C.; Van, J. C. N.; Misset, B.; Jereb, M.; Seme, K.; Sifrer, F.; Tomic, V.; Estevez, F.; Carneiro, J.; Harbarth, S.; Eijkemans, M. J. C.; Bonten, M.; Consortium, S, "The effects of Antibiotic Cycling and Mixing on Antibiotic Resistance in Intensive Care Units: a Cluster-Randomised Crossover Trial", *Lancet Infect Dis*, 18, no.4, (2018): ppp. 401-409.

116. Tamma, P. D.; Cosgrove, S. E.; Maragakis, L. L, “Combination Therapy for Treatment of Infections with Gram-Negative Bacteria”, *Clinical Microbiology Reviews*, 25, no. 3, (2012): pp.450-470.

117. Pletz, M. W.; Hagel, S.; Forstner, C, “Who Benefits from Antimicrobial Combination Therapy?” *Lancet. Infect. Dis*, 17, no.7, (2017): pp.677-678.

118. Nguyen, C.; Zhou, A.; Khan, A.; Miller, J. H.; Yeh, P, “Pairwise Antibiotic Interactions in Escherichia Coli: Triclosan, Rifampicin and Aztreonam with Nine Other Classes of Antibiotics”, *The Journal Of Antibiotics*, no. 69, (2016): p. 791.

119. Singh, N.; Yeh, P. J, “Suppressive Drug Combinations and Their Potential to Combat Antibiotic Resistance”, *The Journal Of Antibiotics*, no. 70, (2017): p.1033.

120. Kostyanev, T.; Bonten, M. J. M.; O'Brien, S.; Steel, H.; Ross, S.; François, B.; Tacconelli, E.; Winterhalter, M.; Stavenger, R. A.; Karlén, A.; Harbarth, S.; Hackett, J.; Jafri, H. S.; Vuong, C.; MacGowan, A.; Witschi, A.; Angyalosi, G.; Elborn, J. S.; deWinter, R.; Goossens, H, “The Innovative Medicines Initiative's New Drugs for Bad Bugs Programme: European public–private partnerships for the Development of New Strategies to Tackle Antibiotic Resistance”, *J. Antimicrob. Chemother*, 71, no.2, (2016): pp. 290-295.

121. DRIVE-AB Outputs: “Reports and Briefing Documents”. http://drive-ab.eu/drive-ab-outputs/drive-ab-reports/ (accessed May 25, 2018).

122. Outterson, K.; Rex, J. H.; Jinks, T.; Jackson, P.; Hallinan, J.; Karp, S.; Hung, D. T.; Franceschi, F.; Merkeley, T.; Houchens, C.; Dixon, D. M.; Kurilla, M. G.; Aurigemma, R.; Larsen, J, “Accelerating Global Innovation to Address Antibacterial Resistance: Introducing CARB-X”, *Nat. Rev. Drug Discov*, no. 15, (2016):p.589.

123. CARB-X: “Winning the Race Against Superbugs”. https://carb-x.org/ (accessed May 25, 2018).

124. Taylor, P. FierceBiotech. “Gates Foundation and U.K. Pledge $50M to Superbug Treatment Drive”. https://www.fiercebiotech.com/biotech/gates-foundation-and-u-k-pledge-50m-to-superbug-treatment drive, (accessed May 25, 2018).

125. Cogan, D.; Karrar, K.; Iyer, J. K, “Access to Medicine White Paper: Shortages, stockouts and scarcity”. https://accesstomedicinefoundation.org/media/atmf/Antibiotic-Shortages-Stockouts-and-Scarcity_Access-to-Medicine-Foundation_31-May-2018.pdf.

126. Cooper, M. A, “A Community-Based Approach to New Antibiotic Discovery”, *Nat. Rev. Drug Discov*, 14, no.9, (2015):pp. 587-588.

127. Jones, C. L.; Clancy, M.; Honnold, C.; Singh, S.; Snesrud, E.; Onmus-Leone, F.; McGann, P.; Ong, A. C.; Kwak, Y.; Waterman, P.; Zurawski, D. V.; Clifford, R. J.; Lesho, E, “Fatal Outbreak of an Emerging Clone of Extensively Drug-

Resistant Acinetobacter Baumannii With Enhanced Virulence", *Clin. Infect. Dis*, 61 no.2, (2015): pp.145-154

128. Gu, D.; Dong, N.; Zheng, Z.; Lin, D.; Huang, M.; Wang, L.; Chan, E. W.-C.; Shu, L.; Yu, J.; Zhang, R.; Chen, S, "A Fatal Outbreak of ST11 Carbapenem-Resistant Hypervirulent Klebsiella Pneumoniae in a Chinese Hospital: a Molecular Epidemiological Study", *Lancet. Infect. Dis*, 18, no.1, (2018): pp.37-46.

129. Knox, J, "UK Man has World-First Case of Super-Strength Gonorrhoea", March 29, 2018, The Guardian. https://www.theguardian.com/society/2018/mar/28/uk-man-super-strength-gonorrhoea (accessed May 1, 2018).

130. Branco, J, "Super Gonorrhoea Resistant to all Routine Antibiotics Found in Australia", April 17, 2018, Brisbane Times. https://www.brisbanetimes.com.au/national/queensland/super-gonorrhoea-resistant-to-all-routine-antibiotics-found-in-australia-20180417-p4za4s.html (accessed May 1, 2018).

131. Finnigan, L. The Telegraph, "Solicitor Dies from Sepsis Five Days after Scratching Her Hand Gardening https://www.telegraph.co.uk/news/2016/10/03/solicitor-dies-from-sepsis-five-days-after-injuring-her-hand-gar/ (accessed May 28, 2018).

132. Davies, M. Gulland, A, "Figures Reveal Emergence of 'Pan-Resistant' Infections", April 26 2018, The Telegraph. https://www.telegraph.co.uk/news/2018/04/ 26/figures-reveal-emergence-pan-resistant-infections/ (accessed May 1, 2018).

133. Centers for Disease Control and Prevention, "CDC Containing Unusual Resistance", April 2018, https://www.cdc.gov/vitalsigns/containing-unusual-resistance/ (accessed May 1, 2018).

134. Keenan, J. D.; Bailey, R. L.; West, S. K.; Arzika, A. M.; Hart, J.; Weaver, J.; Kalua, K.; Mrango, Z.; Ray, K. J.; Cook, C.; Lebas, E.; O'Brien, K. S.; Emerson, P. M.; Porco, T. C.; Lietman, T. M, "Azithromycin to Reduce Childhood Mortality in Sub-Saharan Africa", *N. Engl. J. Med*, 378, no.17, (2018): pp. 1583-1592.

135. Walsh, T. R.; Wu, Y, "China Bans Colistin as a Feed Additive for Animals", *Lancet. Infect. Dis*, 16, no.10, (2016): pp.1102-1103.

136. Tavernise, S, "F.D.A. Restricts Antibiotics Use for Livestock", Dec 11 2013, *The New York Times*. https://www.nytimes.com/2013/12/12/health/fda-to-phase-out-use-of-some-antibiotics-in-animals-raised-for-meat.html (accessed May 1, 2018).

الفصل السادس

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects: The 2017 Revision.*

2. Kirkwood, Thomas B.L. "Human Senescence." December 1996.
   https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bies.950181211

3. Kirkwood, Thomas B.L. "Human Senescence." December 1996.
   https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bies.950181211

4. Kirkwood, Thomas B.L. "Human Senescence." December 1996.
   https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bies.950181211

5. World Population Prospects: The 2010 Revision, United Nations. Adapted from Global Health & Aging, World Health Organization, 2011.

6. Ibid.

7. R. Suzman and J. Beard, "Global Health and Aging: Preface," National Institute on Aging.

   www.nia.nih.gov/research/publication/global-health-and-aging/preface. Published October 2011.

8. Healthy People. "Older Adults," Last modified September 12, 2018.

   www.healthypeople.gov/2020/topics-objectives/topic/older-adults.

   See Also: American Hospital Association, "When I'm 64: How Boomers Will Change Health Care," May 2007.

   https://www.aha.org/system/files/content/00-10/070508-boomerreport.pdf

9. LP Fried, L. Ferrucci, J. Darer, JD Williamson, and G. Anderson, "Untangling the Concepts of Disability, Frailty, and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care." March 2004.

10. National Academy of Sciences. "Population Aging will Have Long-Term Implications for Economy." September 2012.

    www.sciencedaily.com/releases/2012/09/120925143920.htm

الفصل السابع

1. فريال مهنا، **علوم الاتصال والمجتمعات الرقمية** (دمشق: المطبعة العلمية، 2002)، ص 16.

2. فاضل البدراني، **الإعلام صناعة العقول** (لبنان: منتدى المعارف، 2011)، ص 17.

3. محمد التل، "الاستخدامات التعليمية لموقع اليوتيوب لدى أساتذة الجامعات الأردنية"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017، ص 19.

4. علي منعم القضاة، **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصر الديجتال** (الرياض: مكتبة المتنبي للنشر والتوزيع، 2013)، ص 117.

5. فاطمة عواد، **الإعلام الفضائي** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2010)، ص 5.

6. زيد منير سليمان، **الصحافة الإلكترونية** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2011) ص 62.

7. عبدالرحمن عثمان، "كيف غيرت مواقع التواصل الإلكترونية علاقاتنا الاجتماعية؟"، **شبكة أصداء الإخبارية**، 20/ 11/ 2016، على الرابط:

http://www.asdaapress.com/?ID=20297

8. زيد منير سليمان، **الصحافة الإلكترونية**، مرجع سابق، ص 109.

9. أحمد الشياب، "استخدامات مواقع التواصل الاجتماعي لمنتسبي الأحزاب الأردنية خلال الفعاليات الاحتجاجية في الأردن والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2014، ص 26.

10. كامل خورشيد، "ملامح الثقافة السياسية المرغوب فيها في الخطاب التلفزيوني العربي عبر البرامج الحوارية"، في: تيسير أبوعرجة (محرر)، **وسائل الإعلام أدوات تعبير وتغيير** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2013)، ص 182.

11. عبدالرزاق الدليمي، **علوم الاتصال في القرن الحادي والعشرين** (عمان: دار اليازوري للنشر والتوزيع، 2015)، مرجع سابق، ص 29.

12. جمال سند السويدي، **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية** (أبوظبي: 2014)، ص 29.

13. انتصار العزام، "استخدام تلاميذ الثانوية العامة في محافظة إربد لمواقع التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2016، ص 43.

14. عبدالكريم الدبيسي وزهير الطاهات، "دور شبكات التواصل الاجتماعي في تشكيل الرأي العام لدى طلبة الجامعات الأردنية"، مجلة **دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية**، المجلد 40، العدد 1، 2003، ص 18، ص 68.

15. سلطان العنزي، "استخدامات طلبة جامعة طيبة لشبكات التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017، ص 49.

16. بشرى الراوي، "دور مواقع التواصل الاجتماعي في التغيير"، بحث منشور، مجلة **الباحث الإعلامي**، العدد 18.

17. جمال سند السويدي، **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية**، مرجع سابق، ص 20.

18. Sohail, Rabia Minatullah, Nadine(2011)The reasons social media contributed to 2022Egyptian revolution, International Journal of Business Research and Management(IJBRM),2(3),139-162

19. إبراهيم فرغلي، "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضي العتب على النظر"، مجلة **العربي**، عدد 643، 2012، ص 152.

20. علي منعم القضاة، **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصر الديجتال**، مرجع سابق، ص 119.

21. عباس صادق، **الإعلام الجديد.. المفاهيم والوسائل** (عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2008)، ص 33.

22. حسني عوض، "أثر مواقع التواصل الاجتماعي في تنمية المسؤولية الاجتماعية لدى الشباب"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القدس المفتوحة، فلسطين، 2011، ص 3.

23. عبدالأمير الفيصل، **دراسات في الإعلام الإلكتروني** (العين: دار الكتاب الجامعي، 2014)، ص 96.

24. عبدالله الرعود، "دور شبكات التواصل الاجتماعي في التغيير السياسي في تونس ومصر من وجهة نظر الصحفيين الأردنيين"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الشرق الأوسط، عمان، 2011، ص 34.

25. نور الهدى شعوبي، "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على قيمة الوعي السياسي لدى الطلبة الجامعيين 2014"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، ص 100.

26. سلطان الصاعدي، "الشبكات الاجتماعية خطر أم فرصة"، شبكة **الألوكة**، 23 إبريل، 2012، ص 21، على الرابط:

http://www.saaid.net/book/18/9542.pdf.

27. علي منعم القضاة، **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصر الديجتال**، مرجع سابق، ص 124.

28. سلطان الصاعدي، "الشبكات الاجتماعية خطر أم فرصة"، مرجع سابق.

29. علي منعم القضاة، **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصر الديجتال**، مرجع سابق، ص 120.

30. سلطان الصاعدي، "الشبكات الاجتماعية خطر أم فرصة"، مرجع سابق.

31. عبدالكريم الدبيسي وزهير الطاهات، "دور شبكات التواصل الاجتماعي في تشكيل الرأي العام لدى طلبة الجامعات الأردنية"، مرجع سابق، ص 18.

32. جمال سند السويدي، **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية**، مرجع سابق، ص 45.

33. عبدالرزاق الدليمي، **علوم الاتصال في القرن الحادي والعشرين** (عمان: دار اليازوري للنشر والتوزيع، 2015)، ص 95.

34. جمال سند السويدي، **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية**، مرجع سابق، ص 9.

35. إبراهيم فرغلي، "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضي العتب على النظر"، مرجع سابق، ص 169.

36. عبد العالي بوطيب، "الوسائط التواصلية الجديدة والمنظومة التعليمية"، **مجلة العربي**، العدد 712، السنة 2018، ص 173.

37. إبراهيم فرغلي، "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضي العتب على النظر"، مرجع سابق، ص 171.

38. حنين المشهداني، "أزمة تشكيل الحكومة العراقية في الصحف الإلكترونية العربية، دراسة تحليلية لصحيفتي الحياة اللندنية والاتحاد الإماراتية"، في: تيسير أبوعرجة (محرر)، **وسائل الإعلام أدوات تعبير وتغيير** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2013)، ص 410.

39. Stork, Madeline, The role of social media in political mobilization: A case study of the January 2011Egyptian uprising. Unpublished master's thesis, University of St Andrws, Scotland.

40. لوتشانو فلوريدي، "الثورة الرابعة كيف يعيد الغلاف المعلوماتي تشكيل الواقع الإنساني؟"، ترجمة لؤي عبدالمجيد السيد، **مجلة العربي**، عدد 710، 2018، ص 185.

41. أحمد الشياب، "استخدامات مواقع التواصل الاجتماعي لمنتسبي الأحزاب الأردنية خلال الفعاليات الاحتجاجية في الأردن والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 24.

42. إبراهيم فرغلي، "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضي العتب على النظر"، مرجع سابق، ص 168.

43. لوتشانو فلوريدي، "الثورة الرابعة كيف يعيد الغلاف المعلوماتي تشكيل الواقع الإنساني؟"، مرجع سابق، ص 185.

44. إبراهيم فرغلي، "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضي العتب على النظر"، مرجع سابق، ص 172.

45. علي منعم القضاة، **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصر الديجتال**، مرجع سابق، ص 119.

46. إبراهيم فرغلي، "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضي العتب على النظر"، مرجع سابق، ص 170.

47. شريف اللبان، **مداخلات في الإعلام البديل والنشر الإلكتروني على الإنترنت** (القاهرة: دار العالم العربي للنشر والتوزيع، 2016)، ص 103.

48. مجدلين القاعود، "تصميم موقع إلكتروني لتعليم اللغة العربية لتلاميذ الصف الثالث الابتدائي وقياس فاعليته في تعليم القراءة والكتابة"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2006)، ص 24.

49. نسرين عجب، **دور وسائل التواصل الاجتماعي في الثورات** (القاهرة: العربي للنشر والتوزيع، 2016)، ص 74.

50. عبدالأمير الفيصل، **دراسات في الإعلام الإلكتروني**، مرجع سابق، ص 68.

51. علي منعم القضاة، **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصر الديجتال**، مرجع سابق، ص 129.

52. عبدالرزاق الدليمي، "دور الإعلام في تنشيط الحراك السياسي العربي"، في: تيسير أبوعرجة (محرر)، **وسائل الإعلام أدوات تعبير وتغيير** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2013)، ص 175.

53. نور الهدى شعوبي، "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على قيمة الوعي السياسي لدى الطلبة الجامعيين 2014"، مرجع سابق، ص 107.

54. عباس صادق، **الإعلام الجديد.. المفاهيم والوسائل**، مرجع سابق، ص 15.

55. حسنين شفيق، **الإعلام الجديد: إعلام بديل.. تكنولوجيات جديدة في عصر ما بعد التفاعلية** (القاهرة: دار الفكر والفن للنشر والطباعة 2011)، ص 213.

56. أماني مجاهد، "استخدام الشبكات الاجتماعية في تقديم خدمات مكتبة متطورة"، **مجلة دراسات المعلومات**، العدد 2 (مصر: جامعة المنوفية، 2010)، ص 14.

57. عبدالرحمن صالحي، "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على تنمية الوعي السياسي للطلبة الجامعيين 2014"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر، ص 21.

58. ليلى جرار، **الفيسبوك والشباب العربي** (عمان: مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، 2012)، ص 34.

59. نور الهدى شعوبي، "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على قيمة الوعي السياسي لدى الطلبة الجامعيين 2014"، مرجع سابق، ص 5.

60. فهد الراجحي، "استخدامات أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة الكويت لمواقع التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2018، ص 34.

61. سلطان الصاعدي، "الشبكات الاجتماعية خطر أم فرصة"، مرجع سابق، ص 16.

62. مدين البلوشي، "استخدامات طلبة الجامعات العمانية للواتس أب وتأثيره على تحصيلهم الدراسي"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2014، ص 36.

63. عبدالرزاق الدليمي، **علوم الاتصال في القرن الحادي والعشرين** (عمان: دار اليازوري للنشر والتوزيع 2015)، ص 382.

64. عامر قندلنجي، **مصادر المعلومات الإعلامية** (عمان: دار المسيرة، 2012)، ص 17.

65. مدين البلوشي، "استخدامات طلبة الجامعات العمانية للواتس أب وتأثيره على تحصيلهم الدراسي"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، 2014، ص 36.

66. تسنيم الشلول، "استخدام الجمهور الأردني للمواقع الإلكترونية الصحية وعلاقته بمستوى المعرفة الصحية لديهم"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 72.

67. إبراهيم العبيدي، "سلبيات وإيجابيات مواقع التواصل الاجتماعي"، موقع **موضوع**، 7 أغسطس 2018، على الرابط:

https://bit.ly/2CZIA1p

68. نور الهدى شعوبي، "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على قيمة الوعي السياسي لدى الطلبة الجامعيين 2014"، مرجع سابق، ص 26.

69. سلطان الصاعدي، "الشبكات الاجتماعية خطر أم فرصة"، مرجع سابق، ص 12.

70. نور الهدى شعوبي، "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على قيمة الوعي السياسي لدى الطلبة الجامعيين 2014"، مرجع سابق، ص 6.

71 جمال سند السويدي، **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية**، مرجع سابق، ص 25.

72. مرسي مشري، "شبكات التواصل الاجتماعي الرقمية نظرة في الوظائف"، مجلة **المستقبل العربي**، العدد 29، إبريل 2011، ص 40.

73. المرجع السابق، ص 18.

74. نسرين عجب، **الثورة الافتراضية ودور وسائل التواصل الاجتماعي في الثورات** (قطر: العربي للنشر والتوزيع، 2015)، ص 11.

75. فهد بيان الراجحي، "استخدامات أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة الكويت لمواقع التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017، ص 37.

76. سهى إسماعيل، "استخدام الصحفيين الأردنيين للفيسبوك والإشباعات المتحققة"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2014، ص 52.

77. عبدالقادر الكاملي، "مستقبل الإعلام العربي في ظل الثورة التكنولوجية"، موقع **المصدر أون لاين**، 19 مايو 2017، على الرابط:

https://almasdaronline.com/articles/147183

78. المرجع السابق.

79. سهى إسماعيل، "استخدام الصحفيين الأردنيين للفيسبوك والإشباعات المتحققة"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2014، ص 42.

80. نسرين عجب، **دور وسائل التواصل الاجتماعي في الثورات**، مرجع سابق، ص 79.

81. ناصر الصرامي، "مستقبل شبكات التواصل الاجتماعي"، (منشورات موقع الجزيرة 2016)

http://www.al-jazirah.com/2016/20160621/ar5.htm

82. عبدالقادر الكاملي، "مستقبل الإعلام العربي في ظل الثورة التكنولوجية"، مرجع سابق.

83. جمال سند السويدي، **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية**، مرجع سابق، ص 127.

84. سهى إسماعيل، "استخدام الصحفيين الأردنيين للفيسبوك والإشباعات المتحققة"، مرجع سابق، ص 55.

85. نسرين عجب، **دور وسائل التواصل الاجتماعي في الثورات**، مرجع سابق، ص 80.

86. عبدالقادر الكاملي، "مستقبل الإعلام العربي في ظل الثورة التكنولوجية"، مرجع سابق.

87. عبدالرزاق الدليمي، "الروبوتات صحافة المستقبل"، **الرأي** (عمان)، 18 يوليو 2018.

88. عبد العالي بوطيب، "الوسائط التواصلية الجديدة والمنظومة التعليمية"، مجلة **العربي**، العدد 712، السنة 2018، ص 173.

89. سهى إسماعيل، "استخدام الصحفيين الأردنيين للفيسبوك والإشباعات المتحققة"، مرجع سابق، ص 57.

المصادر والمراجع

أولاً: باللغة العربية

إسماعيل، سهى. "استخدام الصحفيين الأردنيين للفيسبوك والإشباعات المتحققة"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2014.

البدراني، فاضل. **الإعلام صناعة العقول** (لبنان: منتدى المعارف، 2011).

البلوشي، مدين. "استخدامات طلبة الجامعات العمانية للواتس أب وتأثيره على تحصيلهم الدراسي"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2014، ص 36.

بوطيب، عبدالعالي. "الوسائط التواصلية الجديدة والمنظومة التعليمية"، مجلة **العربي**، العدد 712، السنة 2018.

التل، محمد. "الاستخدامات التعليمية لموقع اليوتيوب لدى أساتذة الجامعات الأردنية"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017.

جرار ، ليلى. **الفيسبوك والشباب العربي** (عمان: مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، 2012).

خطاب معالي الدكتور أنور محمد قرقاش، وزير الدولة للشؤون الخارجية في دولة الإمارات العربية المتحدة، في الجلسة العامة الثانية لمنتدى "حوار المنامة 2017"، الذي نظمه المعهد الدولي للدراسات الاستراتيجية (IISS). على الرابط:

https://www.iiss.org/en/events/manama-dialogue-test/archive/manama-dialogue-2017-c364/plenary2-3454/dr-anwar-mohammad-gargash-ba8b Accessed on 20 May 2018

خورشيد، كامل. "ملامح الثقافة السياسية المرغوب فيها في الخطاب التلفزيوني العربي عبر البرامج الحوارية"، في: تيسير أبوعرجة (محرر)، **وسائل الإعلام أدوات تعبير وتغيير** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2013).

الدبيسي، عبدالكريم وزهير الطاهات. "دور شبكات التواصل الاجتماعي في تشكيل الرأي العام لدى طلبة الجامعات الأردنية"، مجلة **دراسات العلوم الإنسانية والاجتماعية**، المجلد 40، العدد 1، 2003.

الدليمي. عبدالرزاق. "الروبوتات صحافة المستقبل"، **الرأي** (عمان)، 18 يوليو 2018.

الدليمي، عبدالرزاق. "دور الإعلام في تنشيط الحراك السياسي العربي"، في: تيسير أبو عرجة (محرر)، **وسائل الإعلام أدوات تعبير وتغيير** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2013).

الدليمي، عبدالرزاق. **علوم الاتصال في القرن الحادي والعشرين** (عمان: دار اليازوري للنشر والتوزيع، 2015).

الراجحي، فهد. "استخدامات أعضاء الهيئة التدريسية في جامعة الكويت لمواقع التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2018.

الراوي، بشرى. "دور مواقع التواصل الاجتماعي في التغيير"، بحث منشور، مجلة **الباحث الإعلامي**، العدد 18.

الرعود، عبدالله. "دور شبكات التواصل الاجتماعي في التغيير السياسي في تونس ومصر من وجهة نظر الصحفيين الأردنيين"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة الشرق الأوسط، عمان، 2011.

سليمان، زيد منير. **الصحافة الإلكترونية** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2011).

السويدي، جمال سند. **من القبيلة إلى الفيسبوك: وسائل التواصل الاجتماعي ودورها في التحولات المستقبلية** (أبوظبي: 2014).

شعوبي، نور الهدى. "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على قيمة الوعي السياسي لدى الطلبة الجامعيين 2014"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر.

شفيق، حسنين. **الإعلام الجديد: إعلام بديل.. تكنولوجيات جديدة في عصر ما بعد التفاعلية** (القاهرة: دار الفكر والفن للنشر والطباعة 2011)، ص 213.

الشلول، تسنيم. "استخدام الجمهور الأردني للمواقع الإلكترونية الصحية وعلاقته بمستوى المعرفة الصحية لديهم"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، ص 72.

الشياب، أحمد. "استخدامات مواقع التواصل الاجتماعي لمنتسبي الأحزاب الأردنية خلال الفعاليات الاحتجاجية في الأردن والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية.

صادق، عباس. **الإعلام الجديد.. المفاهيم والوسائل** (عمان: دار الشروق للنشر والتوزيع، 2008).

الصاعدي، سلطان. "الشبكات الاجتماعية خطر أم فرصة"، **شبكة الألوكة**، 23 إبريل، 2012، ص 21، على الرابط: http://www.saaid.net/book/18/9542.pdf.

صالحي، عبدالرحمن. "تأثير مواقع التواصل الاجتماعي على تنمية الوعي السياسي للطلبة الجامعيين 2014"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، الجزائر.

الصرامي، ناصر. "مستقبل شبكات التواصل الاجتماعي"، موقع **قناة الجزيرة**، 2016، على الرابط: http://www.al-jazirah.com/2016/20160621/ar5.htm

العبيدي، إبراهيم. "سلبيات وإيجابيات مواقع التواصل الاجتماعي"، **موقع موضوع**، 7 أغسطس 2018، على الرابط: https://bit.ly/2CZIA1p

عثمان، عبدالرحمن. "كيف غيرت مواقع التواصل الإلكترونية علاقاتنا الاجتماعية؟"، **شبكة أصداء الإخبارية**، 20/ 11/ 2016، على الرابط: http://www.asdaapress.com/?ID=20297

عجب، نسرين. **الثورة الافتراضية ودور وسائل التواصل الاجتماعي في الثورات** (قطر: العربي للنشر والتوزيع، 2015).

عجب، نسرين. **دور وسائل التواصل الاجتماعي في الثورات** (القاهرة: العربي للنشر والتوزيع، 2016).

العزام، انتصار. "استخدام تلاميذ الثانوية العامة في محافظة إربد لمواقع التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2016.

العنزي، سلطان. "استخدامات طلبة جامعة طيبة لشبكات التواصل الاجتماعي والإشباعات المتحققة منها"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربد، المملكة الأردنية الهاشمية، 2017.

عواد، فاطمة. **الإعلام الفضائي** (عمان: دار أسامة للنشر والتوزيع، 2010).

عوض، حسني. "أثر مواقع التواصل الاجتماعي في تنمية المسؤولية الاجتماعية لدى الشباب"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة القدس المفتوحة، فلسطين، 2011.

فرغلي، إبراهيم. "بين الشكل والمضمون في العالم الافتراضـي العتب على النظر"، مجلة **العربي**، **العدد 643**، 2012.

فلوريدي، لوتشانو. "الثورة الرابعة كيف يعيد الغلاف المعلوماتي تشكيل الواقع الإنساني؟"، ترجمة لـؤي عبدالمجيد السـيد، مجلة **العربي**، العدد 710، 2018.

الفيصل، عبدالأمير. **دراسات في الإعلام الإلكتروني** (العين: دار الكتاب الجامعي، 2014).

القاعود، مجدلين. "تصميم موقع إلكتروني لتعليم اللغة العربية لتلاميذ الصف الثالـث الابتـدائي وقيـاس فاعليته في تعليم القراءة والكتابة"، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، إربـد، المملكـة الأردنية الهاشمية، 2006).

القضاة، علي منعم. **التواصل الإنساني.. بين ثورة اللغة وعصـر الديجتال** (الريـاض: مكتبـة المتنبـي للنشــر والتوزيع، 2013).

قندلنجي، عامر. **مصادر المعلومات الإعلامية** (عمان: دار المسـيرة، 2012).

الكاملي، عبدالقادر. "مستقبل الإعلام العربي في ظل الثورة التكنولوجيـة"، موقـع **المصـدر أون لايـن**، 19 مايو 2017، على الرابط: https://almasdaronline.com/articles/147183

اللبان، شـريف. **مداخلات في الإعلام البديل والنشـر الإلكتروني على الإنترنت** (القاهرة: دار العالم العـربي للنشـر والتوزيع، 2016).

مجاهـد، أمـاني. "اسـتخدام الشـبكات الاجتماعيـة في تقـديم خـدمات مكتبـة متطـورة"، مجلـة **دراسـات المعلومات**، العدد 2 (مصـر: جامعة المنوفية، 2010).

مشـري، مرسـي. "شبكات التواصل الاجتماعي الرقمية نظرة في الوظائف"، مجلة **المستقبل العربي**، العـدد 29، إبريل 2011.

المشهداني، حنـين. "أزمـة تشـكيل الحكومـة العراقيـة في الصـحف الإلكترونيـة العربيـة، دراسـة تحليليـة لصحيفتي الحياة اللندنية والاتحـاد الإماراتيـة"، في: تيســير أبوعرجـة (محـرر)، **وسـائل الإعـلام أدوات تعبير وتغيير** (عمان: دار أسامة للنشـر والتوزيع، 2013).

مهنا، فريال. **علوم الاتصال والمجتمعات الرقمية** (دمشق: المطبعة العلمية، 2002).

ثانياً: باللغة الإنجليزية

Accurso, Frank, J, et al. "Effect of VX-770 in Persons with Cystic Fibrosis and the G551D-CFTR Mutation," *N Engl J Med* 363, no. 21 (November 18, 2010).

Addington, Larry. *The Blitzkrieg Era and the German General Staff, 1865-1941* (San Marcos: Rutgers University Press, 1971).

Ake, Claude. "A Definition of Political Stability," *Comparative Politics*, 7, no 2 (1975).

Albers, Ronald and Lars Jonung. *Major Crises: Historical Comparisons to the Great Depression and the Classical Gold Standard* (Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011).

Alloy J, "Sustainability of Living Machines". In: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ (eds) *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems* (Oxford, UK, OUP 2018).

Altman, Dan. "The Long History of 'Green Men' Tactics – and How They Were Defeated," *War on the Rocks*, March 17, 2016.

Al-Ubaydli, Omar, Daniel Houser, John Nye, Maria Pia Paganelli and Xiaofei Sophia Pan. "The Causal Effect of Market Priming on Trust: An Experimental Investigation Using Randomized Control," *PLoS ONE* 8, no. 3 (2013).

American Hospital Association, "When I'm 64: How Boomers Will Change Health Care," (May 2007).

Anderson DP, Cobb J, Korpela E, et al. "SETI@home: An Experiment in Public-Resource Computing". *Commun. ACM* no. 45, (2002).

Anderson JR, *The Architecture of Cognition,* (Cambridge, MA.: Harvard University Pres, 1983).

Anna, P. "Toward the Rational Design of Macrolide Antibiotics to Combat Resistance", *Chem. Biol. Drug Des*, 90. no.5, (2017).

"Antibiotic Research UK Launches its First Research Programme to Tackle Superbugs with Antibiotic Resistance Breakers", (May 20, 2018).

Arad, Ruth W, and Seev Hirsch. "Peacemaking and Vested Interests," *International Studies Quarterly* 25, no. 3 (1981).

Arif Tasleem, J, and T Archana. "The Ever Changing Face of Antibiotic Resistance: Prevailing Problems and Preventive Measures", *Curr. Drug Metab*, 18, no.1, (2017).

"Artificial Intelligence Market Forecasts and Valuations", (November 2016).

"Artificial Intelligence Market: Technology (Machine Learning, Natural Language Processing, Context-Aware Computing, Computer Vision), End-User Industry, and Geography - Global Forecast to 2025 by Offering (Hardware, Software, Services)", (February 2018).

Asmus, Ronald. *A Little War That Shook The World* (New York, N.Y. Palgrave, 2010).

Ataric MJ, "Behavior-Based Control: Examples From Navigation, Learning, and Group Behavior". *Experimental and Theoretical Artificial Intelligence, special issue on Software Architectures for Physical Agents* no. 9, (1997).

Audeh, William, M, et al. "Oral Poly (ADP-ribose) Polymerase Inhibitor Olaparib in Patients with BRCA1 or BRCA2 Mutations and Recurrent Ovarian Cancer: a Proof-of-Concept Trial," *Lancet* 376, no. 9737 (July 24, 2010).

Ball, Laurence M. "Long-term Damage from the Great Recession in OECD Countries," *European Journal of Economics and Economic Policies: Intervention* 11, no. 2 (2014).

Baur, D, B P Gladstone, B. P, F Burkert, E Carrara, F Foschi, S Döbele, and E Tacconelli. "Effect of Antibiotic Stewardship on the Incidence of Infection and Colonisation with Antibiotic-Resistant bBacteria and Clostridium Difficile Infection: a Systematic Review and Meta-Analysis", *Lancet. Infect. Dis*, 17, no.9, (2017).

Becker, B, and M A Cooper. "Aminoglycoside Antibiotics in the 21st Century", *ACS Chem. Biol,* 8, no.1, (2013).

Becker, B. M S Butler, K A Hansford, A Gallardo-Godoy, A G Elliott, J X Huang, D J Edwards, M A T Blaskovich, and M A Cooper. "Synthesis of Octapeptin C4 and Biological Profiling against NDM-1 and Polymyxin-Resistant Bacteria", *Bioorg. Med. Chem. Lett*, 27, no.11, (2017).

Bernard, Stephen, et al. "Interethnic Differences in Genetic Polymorphisms of CYP2D6 in the U.S. Population: Clinical Implications," *Oncologist* 11, no. 2 (February 2006).

Biddle, Stephen, and Jeffrey Friedman. *The 2006 Lebanon Campaign and the Future of Warfare: Implications for Army and Defense Policy* (Carlisle: US Army War College, 2008).

Bisacchi, G. S. "Origins of the Quinolone Class of Antibacterials: An Expanded Discovery Story", *J. Med. Chem*, 58, no.12, (2015).

Blanford, Nicholas. *Warriors of God: Inside Hezbollah's Thirty-Year Struggle against Israel* (New York: Random House, 2011); Aurelie Daher, *Hezbollah: Mobilization and Power* (New York: Oxford University Press, 2018).

Blaskovich, M. A. T, J Zuegg, A G Elliott, and M A Cooper. "Helping Chemists Discover New Antibiotics", *ACS Infect. Dis*, 1, no.7, (2015).

Blaskovich, M. A. T, K A Hansford, Y J Gong, M S Butler, C Muldoon, J X Huang, S Ramu, A B Silva, M Cheng, A M Kavanagh, Z Ziora, R Premraj, F Lindahl, T A Bradford, J C Lee, T Karoli, R Pelingon, D J Edwards, M Amado, A G Elliott, W Phetsang, N H Daud, J E Deecke, H E Sidjabat, S Ramaologa, J Zuegg, J R Betley, A P G Beevers, R A G Smith, J A Roberts, D L Paterson, and M A Cooper. "Protein-Inspired Antibiotics Active against Vancomycin- and Daptomycin-Resistant Bacteria", *Nat Commun*, no.9, (2018).

Blecker, Robert A. "Trump Is a Protectionist - But Who Is He Protecting?" *Jacobin* (2018).

Bosma, Piter J, et al. "The Genetic Basis of the Reduced Expression of Bilirubin UDP-Glucuronosyltransferase 1 in Gilbert's Syndrome," *N Engl J Med* 333, no. 18 (November 2, 1995).

Bostrom N. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies,* (Oxford: Oxford University Press, 2014).

Bown, Chad P, and Melina Kolb. "Trump's Trade War Timeline: An Up-To-Date Guide," *Peterson Institute for International Economics*, April 19, 2018.

Boycott, Kym M, et al. "Rare-Disease Genetics in the Era of Next-Generation Sequencing: Discovery to Translation," *Nat Rev Genet* 14, no. 10 (October 2013).

Boyle, Michael, P, et al. "A CFTR Corrector (Lumacaftor) and a CFTR Potentiator (Ivacaftor) for Treatment of Patients with Cystic Fibrosis Who Have a phe508del CFTR Mutation: a Phase 2 Randomised Controlled Trial," *Lancet Respir Med* 2, no. 7 (July 2014).

Branco, J. "Super Gonorrhoea Resistant to all Routine Antibiotics Found in Australia", April 17, 2018, *Brisbane Times*. (May 1, 2018).

Brooks RA "New Approaches to Robotics". *Science* no. 253, (1991).

Brown, D. "Antibiotic Resistance Breakers: Can Repurposed Drugs Fill the Antibiotic Discovery Void?" *Nat. Rev. Drug Discov,* 14, no 12, (2015).

Brown, E. M, and D Nathwani. "Antibiotic Cycling or Rotation: a Systematic Review of the Evidence of Efficacy", *J. Antimicrob. Chemother*, 55, no.1, (2005).

Bumgarner, John, and Scott Borg. *Overview by the US-CCU of the Cyber Campaign Against Georgia in August of 2008*, US-CCU Special Report, US Department of Defense, August 2009.

Burfisher, Mary E, Sherman Robinson and Karen Thierfelder. "The Impact of NAFTA on the United States," *Journal of Economic perspectives* 15, no. 1 (2001).

Butler, M. S, K A Hansford, M A Blaskovich, R Halai and M A Cooper. "Glycopeptide Antibiotics: Back to the Future", *J. Antibiot*, 67, no 9, (2014).

Butler, M. S, M A Blaskovich and M A Cooper. "Antibiotics in the Clinical Pipeline at the End of 2015", *The Journal Of Antibiotics*, 70, no.3, (2016) https://www.nature.com/articles/ja201672#supplementary-information.

Caldwell, Michael, D, et al. "CYP4F2 Genetic Variant Alters Required Warfarin Dose," *Blood* 111, NO.8 (April 15, 2008).

Caplan, Bryan. "Systematically Biased Beliefs about Economics: Robust Evidence of Judgmental Anomalies from the Survey of Americans and Economists on the Economy," *The Economic Journal* 112, no. 479 (2002).

Capuano, Marina, et al. "Glucokinase (GCK) Mutations and Their Characterization in MODY2 Children of Southern Italy," *PLoS One* 7, no. 6 (2012).

CARB-X: "Winning the Race against Superbugs". (May 25, 2018).

Caruso GD and Flanagan O. *Neuroexistentialism: Meaning, morals and Purpose in the Age of Neuroscience* (Oxford: Oxford University Press, 2018).

Cc Innovation Center. "Antimicrobial Resistance Rapid, Point-of-Need Diagnostic Test Challenge", (May 25, 2018).

CDC, "Antimicrobial Resistance Diagnostic Challenge", (May 25, 2018).

Centers for Disease Control and Prevention, "CDC Containing Unusual Resistance", (May 1, 2018).

—"Hygiene Challenges and Resources in Lower Income Countries", (May 20, 2018).

Chakera, Ali J, et al. "Recognition and Management of Individuals with Hyperglycemia Because of a Heterozygous Glucokinase Mutation," *Diabetes Care* 38, no. 7 (July 2015).

Chapman, Paul B, et al. "Improved Survival with Vemurafenib in Melanoma with BRAF V600E Mutation," *N Engl J Med* 364, no. 26 (June 30, 2011).

Cholon, Deborah, M, et al. "Potentiator Ivacaftor Abrogates Pharmacological Correction of ΔF508 CFTR in Cystic Fibrosis," *Sci Transl Med* 6, no. 246 (July 23, 2014).

Chopra, I, and M Roberts. "Tetracycline Antibiotics: Mode of Action, Applications, Molecular Biology, and Epidemiology of Bacterial Resistance", *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 65, no.2, (2001).

Christiansen, S. H, R A Murphy, K Juul-Madsen, M Fredborg, M L Hvam, E Axelgaard, S M Skovdal, R L Meyer, U B S Sørensen, A Möller, J R Nyengaard, N Nørskov-Lauritsen, M Wang, M Gadjeva, K A Howard, J C Davies, E Petersen and T Vorup-Jensen. "The Immunomodulatory Drug Glatiramer Acetate is Also an Effective Antimicrobial Agent that Kills Gram-negative Bacteria", *Sci. Rep*, 7, no.1, (2017).

Ciardiello, Fortunato, and Giampaolo Tortora. "EGFR Antagonists in Cancer Treatment," *N Engl J Med* 358, no. 11 (March 13, 2008).

— "Implications of KRAS Mutation Status for the Treatment of Metastatic Colorectal Cancer," *Target Oncol* 4, no. 4 (December 2009).

Clardy, J, MA Fischbach, and C T Walsh. "New Antibiotics from Bacterial Natural Products", *Nat. Biotechnol*, no. 24, (2006).

Cogan, D, K Karrar, and J K. "Access to Medicine White Paper: Shortages, stockouts and scarcity". (May 31, 2018)

Cohen, Jonathan, C, et al. "Low LDL Cholesterol in Individuals of African Descent Resulting from Frequent Nonsense Mutations in PCSK9," *Nat Genet* 37, no. 2 (February 2005).

— "Sequence Variations in PCSK9, Low LDL, and Protection against Coronary Heart Disease," *N Engl J Med* 354, no. 12 (March 23, 2006).

Consugar, Mark B, et al. "Panel-Based Genetic Diagnostic Testing for Inherited Eye Diseases is Highly Accurate and Reproducible, and More Sensitive for Variant Detection, than Exome Sequencing," *Genet Med* 17, no.4 (April 2015).

Cooper, M. A, and D Shlaes. "Fix the Antibiotics Pipeline", *Nature*, 472, no.7341, (2011).

Cooper, M. A. "A Community-Based Approach to New Antibiotic Discovery", *Nat. Rev. Drug Discov*, 14. no.9, (2015).

Cordesman, Anthony, and Aaron Lin. *The Iranian Sea-Air-Missile Threat to Gulf Shipping* (New York: Rowman & Littlefield, 2015).

Corporate Finance Institute, "Economies of Scale," *Corporate Finance Institute*, 2015.

Crews, Kristine R, et al. "Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium Guidelines for Cytochrome P450 2D6 Genotype and Codeine therapy: 2014 Update," *Clin Pharmacol Ther* 95, no. 4 (April 2004).

Crofts, T. S, A J Gasparrini and G Dantas. "Next-generation Approaches to Understand and Combat the Antibiotic Resistome", *Nat. Rev. Microbiol,* 15, no.422, (2017).

Croxton, Derek. "The Peace of Westphalia of 1648 and the Origins of Sovereignty," *The International History Review*, 21, no 3 (1999).

Cushmana, S, M, et al. "Identical Intragenic Microsatellite Haplotype Found in Cystic Fibrosis Chromosomes Bearing Mutation G551D in Irish, English, Scottish, Breton and Czech Patients," *Hum Hered* 45, no. 1 (January-February 1995).

Czaplewski, L, R Bax, M Clokie, M Dawson, H Fairhead, V A Fischetti, S Foster, B F Gilmore, R E Hancock, D Harper, I R Henderson, K Hilpert, B V Jones, A Kadioglu, D Knowles, S Olafsdottir, D Payne, S Projan, S Shaunak, J Silverman, C M Thomas, T J Trust, P Warn and J H Rex. "Alternatives to Antibiotics–a Pipeline Portfolio Review", *Lancet Infect Dis*, 16, no.2, (2016).

D. Kulkarni T, Rajagopal Narasimhan K, Saeedi A, et al. "Hierarchical Deep Reinforcement Learning: Integrating Temporal Abstraction and Intrinsic Motivation". *30th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS 2016)*, (Barcelona, Spain ,2016).

D'Costa, V M, CE King, L Kalan, M Morar, W W L Sung, C Schwarz, D Froese, G Zazula, F Calmels, R Debruyne, G B Golding, H N Poinar, and G D Wright. "Antibiotic Resistance is Ancient", *Nature*, 477, no.457, (2011).

Daly, Ann K, and Barry P King. "Pharmacogenetics of Oral Anticoagulants," *Pharmacogenetics* 13, no.5 (May 2003).

D'Andrea, Giovanna, et al. "A Polymorphism in the VKORC1 Gene is associated with an Interindividual Variability in the Dose-Anticoagulant Effect of Warfarin," *Blood* 105, no.2 (Janaury 15, 2005).

Davies, Helen, et al, "Mutations of the BRAF Gene in Human Cancer," *Nature* 417, no. 6892 (June 27, 2002).

Davies, M. Gulland, A, "Figures Reveal Emergence of 'Pan-Resistant' Infections", April 26 2018, *The Telegraph.* (May 1, 2018).

De-Bono de Bono, Johann, S, and Alan Ashworth. "Translating Cancer Research into Targeted Therapeutics," *Nature* 467, no. 7315 (September 30, 2010).

Deeken, John, et al. "A Pharmacogenetic Study of Docetaxel and Thalidomide in Patients with Castration-Resistant Prostate Cancer using the DMET Genotyping Platform," *Pharmacogenomics* J 10, no.3 (June 2010).

Dewey, Frederick, E, et al. "Genetic and Pharmacologic Inactivation of ANGPTL3 and Cardiovascular Disease," *N Engl J Med* 377, no. 3 (July 20, 2017).

Diaz-Plaja, Ruben, "Projecting Stability: An Agenda for Action," *NATO Review*, March 13, 2018.

Ding, Qiurong, et al. "Permanent Alteration of PCSK9 with in Vivo CRISPR-Cas9 Genome Editing," *Circ Res* 115, no. 5 (August 15, 2014).

Dinos, G. P. "The Macrolide Antibiotic Renaissance". *Br. J. Pharmacol*, 174, no.18, (2017).

Dixit, Avinash, and Victor Norman, "Gains from Trade without Lump-Sum Compensation," *Journal of International Economics* 21, no. 1-2 (1986).

Do, Ron, et al. "Exome Sequencing Identifies Rare LDLR and APOA5 Alleles Conferring Risk for Myocardial Infarction," *Nature* 518, no. 7537 (February 5, 2015).

Dowding, Keith, and Richard Kimber. "The Meaning and Use of 'Political Stability," *European Journal of Political Research*, 11, no.3 (1983).

Drawz, S. M, and R A Bonomo. "Three Decades of β-Lactamase Inhibitors", *Clinical Microbiology Reviews*, 23, no.1, (2010).

Drent, Margriet. "The EU's Comprehensive Approach to Security: A Culture of Co-ordination?" *Studia diplomatica*, 64, no 2 (2011).

DRIVE-AB Outputs: "Reports and Briefing Documents". (May 25, 2018).

Dudley, Joel T, et al. "Computational Repositioning of the Anticonvulsant Topiramate for Inflammatory Bowel Disease," *Sci Transl Med* 3, no.96 (August 17, 2011).

Dungan, R. S, D D Snow, and D L Bjorneberg. "Occurrence of Antibiotics in an Agricultural Watershed in South-Central Idaho", *J. Environ. Qual.* 2017, 46, no.6, (2017).

Easton, Douglas F, et al, "Gene-Panel Sequencing and the Prediction of Breast-Cancer Risk," *N Engl J Med* 372, no. 23 (June 4, 2015).

Echevarria, Antulio. *Fourth-Generation War and Other Myths* (Carlisle: US Army War College, 2005): p. 2.

Eichengreen, Barry and Douglas A. Irwin. "The Slide to Protectionism in the Great Depression: Who Succumbed and Why?" *The Journal of Economic History* 70, no. 4 (2010).

—"The Protectionist Temptation: Lessons from the Great Depression for Today," *VOX CEPR Policy Portal*, March 17, 2009.

Enel P, Procyk E, Quilodran R, et al. "Reservoir Computing Properties of Neural Dynamics in Prefrontal Cortex". *PLOS Computational Biology* no. 12, (2016).

Engel AK, Friston K and Kragic D (eds). *Where's the Action? The Pragmatic Turn in Cognitive Science.* Cambridge, MA: MIT Press for the Ernst Strüngmann Foundation, (2016).

Estalella, Itziar, et al. "Mutations in GCK and HNF-1Alpha Explain the Majority of Cases with Clinical Diagnosis of MODY in Spain," *Clin Endocrinol* 67, no. 4 (October 2007).

Esteva, Francisco J, et al, "Prognostic Role of a Multigene Reverse Transcriptase-PCR Assay in Patients with Node-Negative Breast Cancer not Receiving Adjuvant Systemic Therapy," *Clin Cancer Res* 11, no.9 (May 1, 2005).

Estonian Ministry of Defense news release, "Internet: XXI Century Battlefield", June 16, 2007.

EUR-Lex, "Treaty Establishing the European Coal and Steel Community, ECSC Treaty," *EUR-Lex*, 2017.

European Commission, "United States," *European Commission*, (April 16, 2018).

European Union, "EU Treaties," *European Union.*

Evans, William E, et al. "Altered Mercaptopurine Metabolism, Toxic Effects, and Dosage Requirement in a Thiopurine Methyltransferase-Deficient Child with Acute Lymphocytic Leukemia," *J Pediatr* 119, no. 6 (December 1991).

—"Preponderance of Thiopurine S-Methyltransferase Deficiency and Heterozygosity among Patients Intolerant to Mercaptopurine or Azathioprine," *J Clin Oncol* 19, no. 8 (April 15, 2001).

Ezkurdia, Iakes, et al. "Multiple Evidence Strands Suggest That There May Be As Few As 19,000 Human Protein-Coding Genes," *Hum Mol Genet* 23, no. 22 (November 15, 2014).

Fernandes, P. "The Global Challenge of New Classes of Antibacterial Agents: an Industry Perspective", *Curr. Opin. Pharmacol*, no.24, (2015).

Figueres, Christiana, Hans Joachim Schellnhuber, Gail Whiteman, et al. "Three Years to Safeguard Our Climate". *Nature* no. 546 (2017).

Finnigan, L. *The Telegraph*, "Solicitor Dies from Sepsis Five Days after Scratching Her Hand Gardening (May 28, 2018).

Fiorentino, Alessia, et al. "Novel Homozygous Splicing Mutations in ARL2BP Cause Autosomal Recessive Retinitis Pigmentosa," *Mol Vis* no. 24, (August 31, 2018).

Fitzgerald, Kevin, et al. "A Highly Durable RNAi Therapeutic Inhibitor of PCSK9," *N Engl J Med* 376, no.1 (January 5, 2017).

Flannick, Jason, and Jose C Florez. "Type 2 Diabetes: Genetic Data Sharing to Advance Complex Disease Research," *Nat Rev Genet* 17, no. 9 (September 2016).

Fleming, Alexander. “Penicillin”, Nobel Lecture, (December 11, 1945).

Ford M, *The Rise of the Robots: Technology and the Threat of Mass Unemployment,* (New York: Basic Books, 2015).

Ford, Earl S, et al. “Explaining the Decrease in U.S. Deaths from Coronary Disease, 1980-2000,” *N Engl J Med* 356, no. 23 (June 7, 2007).

Foster ME, Keizer S, Wang Z, et al. “Machine Learning of Social States and Skills for Multi-Party Human-Robot Interaction”. *ECAI 2012 Workshop on Machine Learning for Interactive Systems (MLIS2012).* (Montpellier, France 2012).

Franck, Raphaël, Noel D. Johnson and John Nye. “From Internal Taxes to National Regulation: Evidence from a French Wine Tax Reform at the Turn of the Twentieth Century,” *Explorations in Economic History* no. 51, (2014).

Fraser, Cameron. “The European Union as a Model for Regional Integration,” *Council on Foreign Relations*, September 24, 2010.

Frére, Corinne, et al. “The CYP2C19*17 Allele is Associated with Better Platelet Response to Clopidogrel in Patients Admitted for non-ST Acute Coronary Syndrome,” *J Thromb Haemost* 7, no.8 (August 2009).

Fried, L P, L. Ferrucci, J Darer, JD Williamson, and G. Anderson, “Untangling the Concepts of Disability, Frailty, and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care.” (March 2004).

Friston, K. “The Free-Energy Principle: a Unified Brain Theory? *Nature Reviews Neuroscience* no. 11, (2010).

Furuya, Hirokazu, et al. “Genetic Polymorphism of CYP2C9 and its Effect on Warfarin Maintenance Dose Requirement in Patients Undergoing Anticoagulation Therapy,” Pharmacogenetics 5, no.6 (December 1995).

Galeotti, Mark. “The ‘Gerasimov Doctrine’ and Russian Non-Linean War,” *In Moscow’s Shadows*, July 6, 2014.

Galula, David. *Pacification in Algeria 1956-1958* (Santa Monica: RAND Corporation, 1963).

Garassino, Marina Chiara, et al. “Should KRAS Mutations be Considered an Independent Prognostic Factor in Patients with Advanced Colorectal Cancer Treated with Cetuximab?” *J Clin Oncol* 26, no. 15 (May 20, 2008).

García-Quintanilla, M, M R Pulido, M Carretero-Ledesma, and M J McConnell. “Vaccines for Antibiotic-Resistant Bacteria: Possibility or Pipe Dream?” *Trends Pharmacol. Sci*, 37, no.2, (2016).

Garner, C. "Antibiotic Prescribing Heat Map Infographic Published All over the UK", (May 20, 2018).

Gates, Robert. "Helping Others Defend Themselves," *Foreign Affairs*, 89, no.3 (May-June 2010).

Gidding, Samuel S, et al. "The Agenda for Familial Hypercholesterolemia: A Scientific Statement from the American Heart Association," *Circulation* 132, no.22 (December 1, 2015).

Gilbert, J. A, M J Blaser, J G Caporaso, J K Jansson, S V Lynch, and R Knight. "Current Understanding of the Human Microbiome", *Nat. Med. (N. Y., NY, U. S.)*, 24, no. 392, (2018).

— "Current Understanding of the Human Microbiome", *Nat. Med. (N. Y., NY, U. S.)*, 24, no.4, (2018).

Gilbert, J. A, R A Quinn, J Debelius, Z J Z Xu, J Morton, N Garg, J K Jansson, P C Dorrestein, and R Knight. "Microbiome-wide Association Studies Link Dynamic Microbial Consortia to Disease", *Nature*, 535, no.7610, (2016).

Gilpin, Robert. *The Political Economy of International Relations* (Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1987).

Goldstein, Judith L, Douglas Rivers and Michael Tomz. "Institutions in International Relations: Understanding the Effects of the GATT and the WTO on World Trade," *International Organization* 61, (2007).

Golub, Stephen S. Chang-Tai Hsieh, "Classical Ricardian Theory of Comparative Advantage Revisited," *Review of International Economics* 8, no. 2 (2000).

Gonzalez, Frank J, et al. "Characterization of the Common Genetic Defect in Humans Deficient in Debrisoquine Metabolism," *Nature* 331, no. 6155 (February 4, 1988).

González-Bello, C. "Antibiotic Adjuvants – a Strategy to Unlock Bacterial Resistance to Antibiotics", *Bioorg. Med. Chem. Lett*, 27, no.18, (2017).

Goodman ND, Ullman TD and Tenenbaum JB. "Learning a Theory of Causality". *Psychological Review* no. 118, (2011).

Goodwin, Sara, et al. "Coming of Age: Ten Years of Next-Generation Sequencing Technologies," *Nat Rev Genet* 17, no.6 (May 17, 2016).

Gorre, Mercedes, E, et al. "Clinical Resistance to STI-571 Cancer Therapy Caused by BCR-ABL Gene Mutation or Amplification," *Science 293*, no. 5531 (August 3, 2001).

Gould, K. "Antibiotics: from Prehistory to the Present Day", *J. Antimicrob. Chemother*, 71, no.3, (2016).

Graedel TE, Harper EM, Nassar NT, et al. "Criticality of Metals and Metalloids". *Proceedings of the National Academy of Sciences* no. 112, (2015).

Graham, Mark J, et al. "Cardiovascular and Metabolic Effects of ANGPTL3 Antisense Oligonucleotides," *N Engl J Med* 377, no. 3 (July 20, 2017).

Grant, Rebecca. *Victory in Cyberspace*, (Washington: Air Force Association, 2007).

Graves A, Wayne G, Reynolds M, et al. "Hybrid Computing Using a Neural Network with Dynamic External Memory". *Nature* no. 538, (2016).

Gray, Colin. *Strategy for Chaos: Revolutions in Military Affairs and History* (London: Routledge, 2002).

Greff, K, Srivastava RK, Koutník J, et al. "LSTM: A Search Space Odyssey". *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* no.28, (2017).

Greninger, Alexander, L, et al, "Rapid Metagenomic Identification of Viral Pathogens in Clinical Samples by Real-Time Nanopore Sequencing Analysis," *Genome Med* 7, no.1 (September 29, 2015).

Griggs D, Stafford-Smith M, Gaffney O, et al. "Sustainable Development Goals for People and Planet". *Nature* no. 495, (2013).

Grossman, Gene, and Elhanan Helpman. "Trade, Innovation, and Growth," *The American economic review* 80, no. 2 (1990).

Gu, D, N Dong, Z Zheng, D Lin, M Huang, L Wang, E W C Chan, L Shu, J Yu, R Zhang, and S Chen. "A Fatal Outbreak of ST11 Carbapenem-Resistant Hypervirulent Klebsiella Pneumoniae in a Chinese Hospital: a Molecular Epidemiological Study", *Lancet. Infect. Dis*, 18, no.1, (2018).

Guderian, Heinz. *Achtung—Panzer! The Development of Armoured Vehicles, Their Tactics and Operational Potential*, (New York: Sterling, 1992).

Guigui, Sara, et al. "The Use of Ivacaftor in CFTR Mutations Resulting in Residual Functioning Protein," *Respir Med Case Rep* 19 (October 18, 2016).

Guo, Yan, et al. "Improvements and Impacts of GRCh38 Human Reference on High Throughput Sequencing Data Analysis," *Genomics* 109, no. 2 (March 2017).

H. Roberts, Stephen H. "The Rise of Hitlerism," *The Australian Quarterly* 5, no. 18 (1933).

Hainmueller, Jens, and Michael J. Hiscox. "Learning to Love Globalization: Education and Individual Attitudes toward International Trade," *International Organization* 60, no. 2 (2006).

Hall, A. B, A C Tolonen, and R J Xavier. "Human Genetic Variation and the Gut Microbiome in Disease", *Nat. Rev. Genet*, no 18, (2017).

Halloy J, "Sustainability of Living Machines". In: Prescott TJ, Lepora N and Verschure PFMJ (eds) *The Handbook of Living Machines: Research in Biomimetic and Biohybrid Systems*. (Oxford, UK: OUP 2018).

Hammes, Thomas. "Fourth Generation Warfare Evolves: Fifth Emerges," *Military Review*, (May-June 2007).

— *The Sling and the Stone* (Saint Paul: Zenith Press, 2006).

Hammond, Ross A, and Robert Axelrod. "The Evolution of Ethnocentrism," *Journal of Conflict Resolution* 50, no. 6 (2006).

Hancock, R. E. W, A Nijnik, and D J Philpott. "Modulating Immunity as a Therapy for Bacterial Infections", *Nat. Rev. Microbiol*, no. 10, (2012).

Hattersley, Andrew, T, and Kashyap A Patel. "Precision Diabetes: Learning from Monogenic Diabetes," *Diabetologia* 60, no. 5, (May 2017).

Hattie J, *Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement* (Abingdon: Routledge, 2008).

Hautcoeur, Cyrille-Pierre. *La crise de 1929* (Paris: La Découverte, 2009).

Haverstick, S, C Goodrich, R Freeman, S James, R Kullar, and M Ahrens. "Patients' Hand Washing and Reducing Hospital-Acquired Infection", *Critical Care Nurse*, 37 no. 3, (2017).

Heale, Jason T, et al. "Condensin I Interacts with the PARP-1-XRCC1 Complex and Functions in DNA Single-Strand Break Repair," *Mol Cell* 21, no. 6 (March 17, 2006).

Healthy People. "Older Adults," (September 12, 2018).

Helpman, Elhanan, Marc Melitz and Yona Rubinstein. "Estimating Trade Flows: Trading Partners and Trading Volumes," *Quarterly Journal of Economics* 123, no. 2 (2008).

Helpman, Elhanan. *Special Interest Politics* (London: The MIT press, 2001).

Hewstone, Miles, Mark Rubin and Hazel Willis. "Intergroup Bias," *Annual review of psychology* 53, no. 1 (2002).

Hillman, Michael A, et al. "Relative Impact of Covariates in Prescribing Warfarin According to CYP2C9 Genotype", *Pharmacogenetics* 14, no. 8 (August 2004).

Hoffman, Frank. *Conflict in the 21st Century: The Rise of Hybrid Wars*, (Washington: Potomac Institute, 2007).

Holleman, Amy, et al. "Gene-Expression Patterns in Drug-Resistant Acute Lymphoblastic Leukemia Cells and Response to Treatment," *N Engl J Med* 351, no.6 (August 5, 2004).

Horikawa, Yukio, et al. "Mutation in Hepatocyte Nuclear Factor-1 Beta Gene (TCF2) Associated with MODY," *Nat Genet* 17, no. 4 (December 1997).

Hoskins, Janelle M, et al. "CYP2D6 and Tamoxifen: DNA Matters in Breast Cancer," *Nat Rev Cancer* 9, no. 8 (August 2009).

Hover, B. M, S H Kim, M Katz, Z Charlop-Powers, J G Owen, M A Ternei, J Maniko, J, A B Estrela, H Molina, H. S Park, D S Perlin and S F Brady, S. F. "Culture-Independent Discovery of the Malacidins as Calcium-Dependent Antibiotics with Activity Against Multidrug-Resistant Gram-Positive Pathogens", *Nature Microbiology,* 3, no.4, (2018).

Hurwitz, Leon. "Contemporary Approaches to Political Stability," *Comparative Politics*, 5, no. 3 (1973).

Hutchinson, D. K. "Oxazolidinone Antibacterial Agents: A Critical Review". *Curr. Top. Med. Chem*, 3, no.9, (2003).

Hyman, David M, et al. "Vemurafenib in Multiple Nonmelanoma Cancers with BRAF V600 Mutations," *N Engl J Med* 373, no. 8 (August 20, 2015).

Iafusco, Dario, et al. "Permanent Diabetes Mellitus in the First Year of Life," *Diabetologia* 45, no.6 (June 2002).

Imamovic, L, M O A Sommer. "Use of Collateral Sensitivity Networks to Design Drug Cycling Protocols That Avoid Resistance Development", *Science Translational Medicine*, 5, no.204, (2013).

International Human Genome Sequencing Consortium, "Finishing the Euchromatic Sequence of the Human Genome," *Nature* 431, no. 7011 (October 21, 2004).

International Human Genome Sequencing Consortium, "Initial Sequencing and Analysis of the Human Genome," *Nature* 409, no. 6822 (Feb 15, 2001).

Ip, Greg. "The Flaw in Trump's National Security Tariffs Logic," *The Wall Street Journal*(2018).

Ipsos MORI, "Wellcome Trust Monitor Wave 3, Understanding of Antibiotics". (May 17, 2018).

Irwin, Douglas A, and Marko Terviö. "Does Trade Raise Income? Evidence from the Twentieth Century," *Journal of International Economics* 58, no. 1 (2002).

Islam, J, D Ashiru-Oredope, E Budd, P Howard, A S Walker, S Hopkins, and M J Llewelyn. "A National Quality Incentive Scheme to Reduce Antibiotic Overuse in

Hospitals: Evaluation of Perceptions and Impact", *J. Antimicrob. Chemother*, 73, no.6, (2018).

Iwasaki, Hironori, et al. "Accuracy of Genotyping for Single Nucleotide Polymorphisms by a Microarray-based Single Nucleotide Polymorphism Typing Method Involving Hybridization of Short Allele-Specific Oligonucleotides," *DNA Res* 9, no.2 (April 30, 2002).

Jackman, Robert W, and Karin Volpert. "Conditions Favouring Parties of the Extreme Right in Western Europe," *British Journal of Political Science* 26, no. 4 (1996).

Jackson, N, L Czaplewski, L and LJV Piddock. "Discovery and Development of New Antibacterial Drugs: Learning from Experience?" *J. Antimicrob. Chemother*, 73, no.6, (2018).

John Robst, John and Yuan-Ching Chang. "Liberalism and Interdependence: Extending the Trade-Conflict Model," *Journal of Peace Research* 36, no. 4 (1999).

Jones, C. L, M Clancy, C Honnold, S Singh, E Snesrud, F Onmus-Leone, P McGann, A C Ong, Y Kwak, P Waterman, D V Zurawski, R J Clifford, and E Lesho. "Fatal Outbreak of an Emerging Clone of Extensively Drug-Resistant Acinetobacter Baumannii With Enhanced Virulence", *Clin. Infect. Dis*, 61 no.2, (2015).

Judis, John. B. *The Populist Explosion: How the Great Recession Transformed American and European Politics* (New York: Columbia Global Reports, 2016).

Kahneman D. *Thinking, Fast and Slow* (New York: Farrar, Straus and Giroux Kahneman, 2011).

Kant, Immanuel. *Perpetual Peace* (London: Swan Sonnenschein & Co, 1795).

Kanthor, R. "Diagnostics: Detection Drives Defence", *Nature* 2014, 509, no.7498. (2014).

Karlin, Mara. *Building Militaries in Fragile States: Challenges for the United States* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2018).

Karpathy. A, and Fei-Fei L. "Deep Visual-Semantic Alignments for Generating Image Descriptions". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* no. 39, (2017).

Kartner, Norbert, et al. "Expression of the Cystic Fibrosis Gene in Non-Epithelial Invertebrate Cells Produces a Regulated Anion Conductance," *Cell* 64, no. 4 (February 22, 1991).

Kazui, Miho, et al. "Identification of the Human Cytochrome P450 Enzymes Involved in the Two Oxidative Steps in the Bioactivation of Clopidogrel to its Pharmacologically Active Metabolite," *Drug Metab Dispos* 38, no. 1 (January 2010).

Keenan, J. D, R L Bailey, S K West, A M Arzika, J Hart, J Weaver, K Kalua, Z Mrango, K J Ray, C Cook, E Lebas, K S O'Brien, P M Emerson, T C Porco, and T M Lietman. "Azithromycin to Reduce Childhood Mortality in Sub-Saharan Africa", *N. Engl. J. Med*, 378, no.17, (2018).

Kennedy, Peter G E, et al. "Viral Encephalitis of Unknown Cause: Current Perspective and Recent Advances," *Viruses* 9, no.6 (June 6, 2017).

Khan, Sabahat. *Strategies in Contemporary Maritime Security: Challenges Confronting the Arabian Gulf* (Dubai: Institute for Near East & Gulf Military Analysis, 2009).

Khera, Amit, V, and Sekar Kathiresan. "Genetics of Coronary Artery Disease: Discovery, Biology and Clinical Translation," *Nat Rev Genet* 18, no. 6 (June 2017).

Kim, S, T D Lieberman, and R Kishony. "Alternating Antibiotic Treatments Constrain Evolutionary Paths to Multidrug Resistance", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*, 111, no.40, (2014).

Kirkwood, Thomas B.L. "Human Senescence." December 1996.

Kissinger, Henry. *Diplomacy* (New York: Simon and Schuster, 1994); Henry Kissinger, *World Order* (New York: Penguin Books, 2015).

Klein, E. Y, T P Van Boeckel, E M Martinez, S Pant, S Gandra, S A Levin, H Goossens and R Laxminarayan."Global Increase and Geographic Convergence in Antibiotic Consumption between 2000 and 2015", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A,* 2018.

Knox, J. "UK Man has World-First Case of Super-Strength Gonorrhoea", *The Guardian.* (May 1, 2018).

Koren, Michael J, et al. "Efficacy, Safety, and Tolerability of a Monoclonal Antibody to Proprotein Convertase Subtilisin/kexin Type 9 as Monotherapy in Patients with Hypercholesterolaemia (MENDEL): a Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, Phase 2 Study," *Lancet* 380, no. 9858 (December 8, 2012).

Kostyanev, T, M J M Bonten, S O'Brien, H Steel, S Ross, B François, E Tacconelli, M Winterhalter, R A Stavenger, A Karlén, S Harbarth, J Hackett, H S Jafri, C Vuong, A MacGowan, A Witschi, G Angyalosi, J S Elborn, R deWinter, and H Goossens. "The Innovative Medicines Initiative's New Drugs for Bad Bugs Programme: European public–private partnerships for the Development of New Strategies to Tackle Antibiotic Resistance", *J. Antimicrob. Chemother*, 71, no.2, (2016).

Krepinevich, Andrew. *The Last Warrior: Andrew Marshall and the Shaping of Modern American Defense Strategy* (New York: Basic Books, 2015).

Kriesi, Hanspeter, and Takis S. Pappas. "Populism in Europe during Crisis: An Introduction," in *European Populism in the Shadow of the Great Recession*, ed. Hanspeter Kriesi, Takis S. Pappas (Colchester: ECPR Press, 2015).

Krosch, Amy R, and David M. Amodio. "Economic Scarcity Alters the Perception of Race," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111, no. 25 (2014).

Krueger, Anne O, and Baran Tuncer, "An Empirical Test of the Infant Industry Argument," *The American Economic Review* 72, no. 5 (1982).

Kühnl, Reinhard. "The Rise of Fascism in Germany and Its Causes," in *Towards the Holocaust: The Social and Economic Collapse of the Weimar Republic*, ed. Michael N. Dobkowski, Isidor Wallimann (Westport: Greenwood Press, 1983).

Kumar-Sinha, Chanda, and Arul M Chinnaiyan. "Precision Oncology in the Age of Integrative Genomics," *Nat Bioethanol* 36, no. 1 (January 10, 2018).

Kupferschmidt, K, "Resistance Fighters", *Science*, 352, no. 6287, (2016).

Laird JE, Newell A and Rosenbloom PS, "SOAR: An Architecture for General Intelligence". *Artificial Intelligence* no. 33, (1987).

Lake BM, Salakhutdinov R and Tenenbaum JB. "Human-Level Concept Learning Through Probabilistic Program Induction". *Science* no.350, (2015).

Lake BM, Ullman TD, Tenenbaum JB, et al. "Building Machines That Learn and Think Like People". *Behavioral and Brain Sciences* no. 40, (2017).

Laqueur, Walter. (Ed.), *The Guerrilla Reader: a Historical Anthology* (Philadelphia: Temple University Press, 1977).

Latombe J-C, *Robot Motion Planning,* (Berlin: Springer Science & Business Media, 2012).

Latour B. "Agency at The Time of the Anthropocene". *New Literary History* no. 45, (2014).

Lehar, S. M, T Pillow, M Xu, L Staben, K K Kajihara, R Vandlen, L DePalatis, H Raab, W L Hazenbos, J Hiroshi Morisaki, J Kim, S Park, M Darwish, B C Lee, H Hernandez, K M Loyet, P Lupardus, R Fong, D Yan, C Chalouni, E Luis, Y Khalfin, E Plise, J Cheong, J P Lyssikatos, M Strandh, K Koefoed, P S Andersen, J A Flygare, M Wah Tan, EJ Brown and S Mariathasan, S. "Novel Antibody–Antibiotic Conjugate Eliminates Intracellular S. Aureus", *Nature*, no.527, (2015).

Lehrman, Mark, A, et al. "Mutation in LDL Receptor: Alu-Alu Recombination Deletes Exons Encoding Transmembrane and Cytoplasmic Domains," *Science* 227, no. 4683 (January 11, 1985).

Leuthner, K. D, and G V Doern. "Antimicrobial Stewardship Programs", *J. Clin. Microbiol*, 51, no.12, (2013).

Li, Tao, et al. "Identification of the Gene for Vitamin K Epoxide Eductase," *Nature* 427, no.6974 (February 5, 2004).

Liang, D, R K K Leung, R. W Guan, and W W Au. “Involvement of Gut Microbiome in Human Health and Disease: Brief Overview, Knowledge Gaps and Research Opportunities”, *Gut Pathogens*, 10, no.3, (2018).

Lin, D. M, B Koskella, and H C Lin. “Phage Therapy: an Alternative to Antibiotics in the Age of Multi-Drug Resistance”, *World Journal of Gastrointestinal Pharmacology and Therapeutics*, 8, no.3, (2017).

Lind, William, Keith Nightengale, John Schmitt, Joseph Sutton and Gary Wilson. “The Changing Face of War: Into the Fourth Generation,” *Marine Corps Gazette*, 1989.

Ling, L. L, T Schneider, A J Peoples, A L Spoering, I Engels, I, B P Conlon, A Mueller, T F Schaberle, D E Hughes, S Epstein, M Jones, L Lazarides, V A Steadman, D R Cohen, C R Felix, K A Fetterman, W P Millett, A G Nitti, A M Zullo, C Chen, and K Lewis. “A New Antibiotic Kills Pathogens without Detectable Resistance”, *Nature*, no. 520, (2015).

“Lipopeptides from Bacillus and Paenibacillus spp: A Gold Mine of Antibiotic Candidates”, *Med. Res. Rev*, 36, no.1, (2016).

Little, P, B Stuart, F D R Hobbs, M Moore, J Barnett, D Popoola, K Middleton, J Kelly, M Mullee, J Raftery, G Yao, W Carman, D Fleming, H Stokes-Lampard, I Williamson, J Joseph, S Miller and L Yardley. “An Internet-Delivered Handwashing Intervention to Modify Influenza-Like Illness and Respiratory Infection Transmission (PRIMIT): a Primary Care Randomised Trial. *The Lancet*, 386, no.10004, (2015).

Liu, Dajiang, J, et al. “Exome-wide Association Study of Plasma Lipids in >300,000 Individuals,” *Nat Genet* 49, no. 12 (December 2017).

LJ Van't, Veer LJ, et al. “Gene Expression Profiling Predicts Clinical Outcome of Breast Cancer,” *Nature* 415, no.6871 (January 31, 2002).

Lockhart, David J, et al. “Expression Monitoring by Hybridization to High-Density Oligonucleotide Arrays,” *Nat Biotechnol* 14, no.13 (December 1996).

Longitude Prize Website. https://longitudeprize.org, (May 1, 2018).

Losier, M, T D Ramsey, K J Wilby, and E K Black. “A Systematic Review of Antimicrobial Stewardship Interventions in the Emergency Department”, *Ann. Pharmacother,* 51, no.9, (2017).

Lozano, Rafael, et al. “Global and Regional Mortality from 235 Causes of Death for 20 Age Groups in 1990 and 2010: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2010,” *Lancet* 380, no. 9859 (December 15, 2012).

Lu, Xiangfeng, et al. "Exome Chip Meta-Analysis Identifies Novel Loci and East Asian-Specific Coding Variants that Contribute to Lipid Levels and Coronary Artery Disease," *Nat Genet* 49, no.12 (December 2017).

Lugthart, Sanne, et al. "Identification of Genes Associated with Chemotherapy Crossresistance and Treatment Response in Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia," *Cancer Cell* 7, no.4 (April 2005).

Luka, R, and R. Rainer. "Targeting Antibiotic Resistance". *Angewandte Chemie International Edition*, 55, no.23, (2016).

Luzzatto, Lucio, and Elisa Seneca. "G6PD Deficiency: a Classic Example of Pharmacogenetics with On-Going Clinical Implications," *Br J Haematol* 164, no. 4 (February 2014).

MacFadden, D. R., S F McGough, D Fisman, M Santillana, and J S Brownstein. "Antibiotic Resistance Increases with Local Temperature", *Nature Climate Change,* 2018.

Machado, H, R N Tuttle and P R Jensen. "Omics-Based Natural Product Discovery and the Lexicon of Genome Mining," *Curr Opin Microbiol*, no. 39, (2017).

Magnusson, Lars. *The Political Economy of Mercantilism* (London: Routledge, 2015).

Mahgoub, Ahmed, et al. "Polymorphic Hydroxylation of Debrisoquine in Man," *Lancet* 2, no. 8038 (September 17, 1977).

Majidyar, Ahmad. "Iran-backed Iraqi Militias Step up Threat of Violence against US forces in Iraq," Middle East Institute, February 7, 2018.

Mardis, Elaine R. "A Decade's Perspective on DNA Sequencing Technology," *Nature* 470, no. 7333 (February 10, 2011).

— "Next-Generation Sequencing Platforms," *Annu Rev Anal Chem* no. 6, (2013).

Markoff, John. "Before the Gunfire, Cyberattacks", *New York Times*, August 12, 2008.

Martinelli, Erika, et al. "Anti-Epidermal Growth Factor Receptor Monoclonal Antibodies in Cancer Therapy," *Clin Exp Immunol* 158, no.1 (October 2009).

Martinez-Hernandez U, Damianou A, Camilleri D, et al. "An Integrated Probabilistic Framework for Robot Perception, Learning and Memory". *2016 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO).* (Qingdao, China, 2016).

Matthews, Ron, and Nellie Zhang Yan. "Small Country 'Total Defence': a Case Study of Singapore," *Defence Studies*, 7, no 3 (2007): pp. 376-395; Barry Desker, Ang Cheng Guan (Eds.), *Perspectives on the Security of Singapore: The First 50 Years* (Singapore: World Scientific Publishing, 2016).

Mayda, Anna Maria, and Dani Rodrik. "Why Are Some People (and Countries) more Protectionist than Others?" *European Economic Review* 49, no. 6 (2005).

Mazzanti, Andrea, et al. "Gene-Specific Therapy with Mexiletine Reduces Arrhythmic Events in Patients with Long QT Syndrome Type 3," *J Am Coll Cardiol* 67, no. 9 (March 8, 2016).

McKirdy, Euan. "Turkey's Erdogan Defiant in the Face of US Tariffs, Sanction Threats," *CNN* (2018).

McKusick, Victor, A. "Mendelian Inheritance in Man and Its Online Version, OMIM," *Am J Hum Genet* 80, no. 4 (April 2007).

Mendelson, Marc, Manica Balasegaram, Tim Jinks, C Pulcini, and M Sharland. "Antibiotic Resistance has a Language Problem", *Nature,* no.545, (2017).

Meng, Linyan, et al. "Use of Exome Sequencing for Infants in Intensive Care Units: Ascertainment of Severe Single-Gene Disorders and Effect on Medical Management," *JAMA Pediatr* 171, no. 12 (December 4, 2017).

Merchant, GE and Wallach W. "Coordinating Technology Governance". *Issues in Science and Technology*, no.31, (2015).

Merino, Jordi, and Jose C Florez. "Precision Medicine in Diabetes: an Opportunity for Clinical Translation," *Ann N Y Acad Sci* 1411, no.1 (January 2018).

Messacar, K, S K Parker, J K Todd, and S R Dominguez. "Implementation of Rapid Molecular Infectious Disease Diagnostics: the Role of Diagnostic and Antimicrobial Stewardship", *J. Clin. Microbiol*, 55, no.3, (2017).

Miki, Yoshio, et al. "A Strong Candidate for the Breast and Ovarian Cancer Susceptibility Gene BRCA1," *Science 266*, no. 5182 (October 7, 1994).

Mill, John Stuart. *Principles of Political Economy* (London: John W. Parker, 1848).

Miller, J. E, C Wu, L H Pedersen, N de Klerk, J Olsen and D P Burgner. "Maternal Antibiotic Exposure During Pregnancy and Hospitalization with Infection in Offspring: a Population-Based Cohort Study, *International Journal of Epidemiology*, 47 (no.2), (2018).

Mimee, M, R J Citorik, and T K Lu. "Microbiome Therapeutics - Advances and Challenges", *Adv. Drug Delivery Rev*, no.105, (2016).

Minicocci, Ilenia, et al. "Clinical Characteristics and Plasma Lipids in Subjects with Familial Combined Hypolipidemia: a Pooled Analysis," *J Lipid Res* 54, no. 12 (December 2013).

Mishra, R. P. N, E Oviedo-Orta, P Prachi, R Rappuoli, and F Bagnoli. "Vaccines and Antibiotic Resistance", *Curr. Opin. Microbiol*, 15, no.5, (2012).

Mnih V, Kavukcuoglu K, Silver D, et al. "Human-Level Control Through Deep Reinforcement Learning". *Nature* no. 518, (2015).

Moloney, M. G. "Natural Products as a Source for Novel Antibiotics". *Trends Pharmacol. Sci*, 37, no.8, (2016).

Monaghan, Andrew, "Putin's Way of War: The 'War' Russia's 'Hybrid Warfare'," *Parameters*, 45, no.4 (Winter 2015-2016).

Montesquieu, Charles. *The Spirit of Laws* (Ontario: Batoche Books, 1748).

Moulin-Frier C, Fischer T, Petit M, et al. "A Proactive Robot Cognitive Architecture to Acquire and Express Knowledge About the World and the Self". *IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems.*

Moulin-Frier C, Puigbò J, Arsiwalla XD, et al. "Embodied Artificial Intelligence Through Distributed Adaptive Control: An Integrated Framework". *2017 Joint IEEE International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob)*, (2017).

Mowery, David C. Nathan Rosenberg, *Technology and the Pursuit of Economic Growth* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991).

Mullard, A. "Preclinical Antibiotic Pipeline gets a Pick-me-up", *Nat. Rev. Drug Discov*, 16, no. 741, (2017).

Munguia, J, and V Nizet. "Pharmacological Targeting of the Host–Pathogen Interaction: Alternatives to Classical Antibiotics to Combat Drug-Resistant Superbugs", *Trends Pharmacol. Sci*, 38, no.5, (2017).

Murphy, Rinki, et al. "Clinical Implications of a Molecular Genetic Classification of Monogenic Beta-Cell Diabetes," *Nat Clin Pract Endocrinol Metab* 4, no. 4 (April 2008).

Musunuru, Kiran, et al. "Exome Sequencing, ANGPTL3 Mutations, and Familial Combined Hypolipidemia," *N Engl J Med* 363, no. 23 (December 2, 2010).

Natarajan, Pradeep, and Sekar Kathiresan. "PCSK9 Inhibitors," *Cell* 165, no.5 (May 19, 2016).

National Academy of Sciences. "Population Aging will Have Long-Term Implications for Economy." (September 2012).

Nelson K. *Young Minds in Social Worlds: Experience, Meaning and Memory,* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2007).

Newell A, Shaw JC and Simon HA, "Report on a General Problem-Solving Program". *IFIP Congr*, (1959).

Newell A. "You Can't Play 20 Questions With Nature and Win: Projective Comments on the Papers of This Symposium". In: Chase WG (ed) *Visual Information Processing.* (New York: Academic Press, 1973).

Nguyen, C, A Zhou, A Khan, J H Miller, and P Yeh. "Pairwise Antibiotic Interactions in Escherichia Coli: Triclosan, Rifampicin and Aztreonam with Nine Other Classes of Antibiotics", *The Journal Of Antibiotics*, no. 69, (2016).

Normanno, Nicola, et al. "Implications for KRAS Status and EGFR-Targeted Therapies in Metastatic CRC," *Nat Rev Clin Oncol* 6, no. 9 (September 2009).

Norton, Augustus Richard. *Hezbollah: A Short History* (Princeton: Princeton University Press, 2014).

Nowotny H, Scott P and Gibbons M, *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty,* (Cambridge: Polity Press 2001).

NPS MedicineWise,YouTube. "Join the Fight against Antibiotic Resistance", (May 25, 2018).

NPS MedicineWise. "Keep the Bugs Outta the Club", (2018).

Nyunt, Ohn, et al. "Investigating Maturity Onset Diabetes of the Young," *Clin Biochem Rev* 30, no.2 (May 2009).

O'Dwyer, Michael, E, and Brian J. Druker. "Status of BCR-ABL Tyrosine Kinase Inhibitors in Chronic Myelogenous Leukemia," *Curr Opin Oncol* 12, no. 6 (November 2000).

O'Rourke, Kevin. "A Tale of Two Depressions: What Do the New Data Tell Us?" *VOX CEPR Policy Portal*, March 8, 2010.

Obolski, U, J Lourenço, C Thompson, R Thompson, A Gori, and S Gupta. "Vaccination can Drive an Increase in Frequencies of Antibiotic Resistance among Nonvaccine Serotypes of Streptococcus Pneumoniae", *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A*, 115, no.12, (2018).

Office of Naval Intelligence, *Iranian Naval Forces: A Tale of Two Navies* (Washington: US Department of Defense, 2017).

Oneal, John R, and Bruce M. Russet. "The Classical Liberals Were Right: Democracy, Interdependence, and Conflict, 1950-1985," *International Studies Quarterly* 41, no. 2 (1997).

— "The Kantian Peace: The Pacific Benefits of Democracy, Interdependence, and International Organizations, 1885–1992," *World Politics* 52, no. 1 (1999).

O'Neill, J. "UK Review on Antimicrobial Resistance. Rapid Diagnostics: Stopping Unnecessary Use of Antibiotics", (October 2015), http://amr-review.org/Publications (December 28, 2015).

—"UK Review on Antimicrobial Resistance. Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations", May 19, 2016.

—"UK Review on Antimicrobial Resistance. Vaccines and Alternative Approaches: Reducing our Dependence on Antimicrobials". (May 25, 2018).

Oneway Pictures, NPS MedicineWise and Tropfest. "The Pick Up".

O'Shea, R, and H E Moser. "Physicochemical Properties of Antibacterial Compounds: Implications for Drug Discovery", *J. Med. Chem*, 51, no. 10, (2008).

Outterson, K, J H Rex, T Jinks, P Jackson, J Hallinan, S Karp, D T Hung, F Franceschi, T Merkeley, C Houchens, D M Dixon, G Kurilla, R Aurigemma, and J Larsen. "Accelerating Global Innovation to Address Antibacterial Resistance: Introducing CARB-X", *Nat. Rev. Drug Discov*, no. 15, (2016).

Paik, Soonmyung, et al. "A Multigene Assay to Predict Recurrence of Tamoxifen-Treated, Node-Negative Breast Cancer," *N Engl J Med* 351, no.27 (December 30, 2004).

— "Gene Expression and Benefit of Chemotherapy in Women with Node-Negative, Estrogen Receptor-Positive Breast Cancer," *J Clin Oncol* 24, no.23 (August 10, 2006).

Paine, Thomas. "The Rights of Man, Part the Second," in *The Complete Writings of Thomas Paine*", ed. Philip S. Foner (New York: The Citadel Press, 1945).

Payne, D. J, M N Gwynn, D J Holmes, and D L Pompliano. "Drugs for Bad Bugs: Confronting the Challenges of Antibacterial Discovery", *Nat. Rev. Drug Discov*, 6, no.1, (2007).

Pearson, Ewan, R, et al. "Contrasting Diabetes Phenotypes Associated with Hepatocyte Nuclear Factor-1Alpha and -1Beta Mutations," *Diabetes Care* 27, no.5 (May 2004).

— "Genetic Cause of Hyperglycaemia and Response to Treatment in Diabetes," *Lancet* 362, no. 9392 (October 18, 2003).

Pelke, ES, and Kinzler KD. "Core knowledge". *Developmental Science* no. 10, (2006).

Petersen, Friis, and Hans Binnendijk. *The Comprehensive Approach Initiative: Future Options for NATO*, (Washington: National Defense University, 2007).

Pettersson, Therese, and Kristine Eck. "Organized Violence, 1989 – 2017," *Journal of Peace Research* 55, no. 4 (2018).

"PhRMA Medicines in Development for Cancer", http://phrma-docs.phrma.org/sites/default/files/pdf/oncology-report-2015.pdf (accessed May 20, 2018).

Piazza, James. "Incubators of Terror: Do Failed and Failing States Promote Transnational Terrorism?" *International Studies Quarterly*, 52, no.3 (September 2008).

Pifer, Steven. "Watch Out for Little Green Men," *Der Spiegel*, July 7, 2014.

Pinder, R, A Sallis, D Berry, and T Chadborn. "Public Health England. Behaviour Change and Antibiotic Prescribing in Healthcare Settings", *Literature Review and Behavioural Analysis* (2015).

Pinstrup-Andersen, Per. "Food Security: Definition and Measurement," *Food security* 1, no. 1 (2009).

Pletz, M. W, S Hagel, and C Forstner. "Who Benefits from Antimicrobial Combination Therapy?" *Lancet. Infect. Dis*, 17, no.7, (2017).

Polachek, Solomon W. "Conflict and Trade," *Journal of Conflict Resolution* 24, no. 1 (1980).

Posen, Barry. *The Sources of Military Doctrine: France, Britain, and Germany between the World Wars* (Ithaca: Cornell University Press, 1986).

Prescott TJ and Caleb-Solly, P. *Robotics in Social Care: A Connected Care EcoSystem for Independent Living,* (London: UK EPSRC Robotics and Autonomous Systems (RAS) Network 2017).

Prescott TJ, Lepora N and Vershure PFMJ. "A Future of Living Machines?: International Trends and Prospects in Biomimetic and Biohybrid Systems". *Proc. SPIE 9055, Bioinspiration, Biomimetics and Bioreplication*, 905502-905502-905512. (2014).

Prescott TJ. "Sunny Uplands or Slippery Slopes? The Risks and Benefits of Using Robots in Care". *UKRE Workshop on Robot Ethics.* (Sheffield, UK, 2013).

Priori, Silvia, G, et al. "Association of Long QT Syndrome Loci and Cardiac Events among Patients Treated with Beta-Blockers," *JAMA* 292, no.11 (September 15, 2004).

Qin, W, M. Panunzio and S. Biondi. "β-Lactam Antibiotics Renaissance", *Antibiotics*, 3, no.2, (2014).

Quick, Joshua, et al. "Rapid Draft Sequencing and Real-Time Nanopore Sequencing in a Hospital Uutbreak of Salmonella," *Genome Biol* 16, no.1 (May 30, 2015).

— "Real-time, Portable Genome Sequencing for Ebola Surveillance," *Nature* 530, no.7589 (February 11, 2016).

Racz, Andras. *Russia's Hybrid War in Ukraine*, Finnish Institute of International Affairs, FIIA Report no.43, 2017.

Ramsey, Bonnie, W, et al. "A CFTR Potentiator in Patients with Cystic Fibrosis and the G551D Mutation," *N Engl J Med* 365, no.18 (November 3, 2011).

Rangel-Vega, A, L Bernstein, L, E A Mandujano Tinoco, S J García-Contreras and R García-Contreras. "Drug Repurposing as an Alternative for the Treatment of Recalcitrant Bacterial Infections", *Front. Microbiol*, 6, no. 282, (2015).

Rao, K, and B V Young. "Fecal Microbiota Transplantation for the Management of Clostridium Difficile Infection", *Infect. Dis. Clin. North Am*, 29, no.1, (2015).

Ratner, M. "Seres's Pioneering Microbiome Drug Fails Mid-Stage Trial", *Nat. Biotechnol*, 34, no.10, (2016).

Rees-Roberts, D, P Cooke, and S Overs. "CATCH", BorderPoint Films.

Regine, M, et al. "Targeted Mutation Screening Panels Expose Systematic Population Bias in Detection of Cystic Fibrosis Risk," *Genet Med* 18, no. 2 (February 2016).

Rettie, Allan E, et al. "Hydroxylation of Warfarin by Human cDNA-Expressed Cytochrome P-450: a Role for P-4502C9 in the Etiology of (S)-Warfarin-Drug Interactions," *Chem Res Toxicol* 5, no.1 (Jan-Feb 1992).

Reuveny, Rafael and Heejoon Kang. "International Trade, Political Conflict/Cooperation, and Granger Causality," *American Journal of Political Science* 40, no. 3 (1996).

Richter, M. F, B S Drown, A P Riley, A Garcia, T Shirai, R L Svec and P J Hergenrother. "Predictive Compound Accumulation Rules Yield a Broad-Spectrum Antibiotic", *Nature*, 545, no. 7654, (2017).

Rieder, Mark J, et al. "Effect of VKORC1 Haplotypes on Transcriptional Regulation and Warfarin Dose," *N Engl J Med* 352, no. 22 (June 2, 2005).

Ross, Mary E, et al. "Classification of Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia by Gene Expression Profiling," *Blood* 102, no.8 (October 15, 2003).

Rotberg, Robert. "Failed States in a World of Terror," *Foreign Affairs*, 2002.

Roth, Eli M, et al. "Monotherapy with the PCSK9 Inhibitor Alirocumab Versus Ezetimibe in Patients with Hypercholesterolemia: Results of a 24 Week, Double-Blind, Randomized Phase 3 Trial," *Int J Cardiol* 176, no.1 (September 2014).

Rothkopf, David. "A Time of Unprecedented Instability?" *Foreign Policy*, July 21, 2014.

Rowe, Steven, M, et al. “Progress in Cystic Fibrosis and the CF Therapeutics Development Network,” *Thorax* 67, no.10 (October 2012).

Russakovsky O, Deng J, Su H, et al. “ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge”. *International Journal of Computer Vision* no. 115, (2015).

Rusu, Victor, et al. “Type 2 Diabetes Variants Disrupt Function of SLC16A11 through Two Distinct Mechanisms,” *Cell* 170, no. 1 (June 29, 2017).

Sabatine, Marc S, et al. “Evolocumab and Clinical Outcomes in Patients with Cardiovascular Disease,” *N Engl J Med* 376, no. 18 (May 4, 2017).

Saggi, Kamal. “Trade, Foreign Direct Investment, and International Technology Transfer: A Survey,” *The World Bank Research Observer* 17, no. 2 (2002).

Salama, M. F, W Y Jamal, H A Mousa, K A Al-AbdulGhani, and V O Rotimi. “The Effect of Hand Hygiene Compliance on Hospital-Acquired Infections in an ICU Setting in a Kuwaiti Teaching Hospital”, *Journal of Infection and Public Health*, 6, no1, (2013).

Salmond, G. P. C, and P C Fineran. “A Century of the Phage: Past, Present and Future”, *Nat. Rev. Microbiol*, no. 13, (2015).

Samaan, Jean-Loup. “Beyond the Rift in Cyber Strategy,” *Strategic Insights*, 10, no.1 (2011).

Samuelson, Pamela, and Suzanne Scotchmer, “The Law and Economics of Reverse Engineering,” *Yale LJ* 111, (2001).

Sause, W. E, P T Buckley, W R Strohl, A S Lynch, and V J Torres. “Antibody-Based Biologics and Their Promise to Combat Staphylococcus Aureus Infections”, *Trends Pharmacol. Sci*, 37, no.3, (2016).

Scala A and D'Agostino G, *Networks of Networks: The Last Frontier Complexity* (Berlin: Springer 2014).

Schiffer, Charles, A. “BCR-ABL Tyrosine Kinase Inhibitors for Chronic Myelogenous Leukemia,” *N Engl J Med* 357, no. 3 (July 19, 2007).

Schmidt, Klaus, et al. “Identification of Bacterial Pathogens and Antimicrobial Resistance Directly from Clinical Urines by Nanopore-Based Metagenomic Sequencing,” *J Antimicrob Chemother* 71, no.1 (January 1, 2017).

Schork, Nicholas J. “Personalized Medicine: Time for One-Person Trials,” *Nature* 520, no. 7549 (April 30, 2015).

Schwartz, Peter, J, et al. “Genotype-Phenotype Correlation in the Long-QT Syndrome: Gene-Specific Triggers for Life-Threatening Arrhythmias,” *Circulation* 103, no. 1 (January 2, 2001).

Scott, F. I, D B Horton, R Mamtani, K Haynes, D S Goldberg, D Y Lee, and J D Lewis. "Administration of Antibiotics to Children Before Age 2 Years Increases Risk for Childhood Obesity", *Gastroenterology*, 151, no.1, (2016).

Scott, Stuart A, et al. "Clinical Pharmacogenetics Implementation Consortium Guidelines for CYP2C19 Genotype and Clopidogrel Therapy: 2013 Update," *Clin Pharmacol Ther* 94, no.3 (September 2013).

— "PharmGKB Summary: Very Important Pharmacogene Information for Cytochrome P450, Family 2, Subfamily C, Polypeptide 19," *Pharmacogenet Genomics* 22, no.2 (2012 February 2012).

Scully, Ralph. "Role of BRCA Gene Dysfunction in Breast and Ovarian Cancer Predisposition," *Breast Cancer Res* 2, no. 5 (July 13, 2000).

Sharp, Jeremy. *Yemen: Civil War and Regional Intervention*, (Washington: Congressional Research Service, April12, 2018).

Shendre, Aditi, et al. "Pharmacogenetics of Warfarin Dosing in Patients of African and European Ancestry," *Pharmacogenomics* 19, no. 17 (November 2018).

Shuldiner, Alan R, et al. "Association of Cytochrome P450 2C19 Genotype with the Antiplatelet Effect and Clinical Efficacy of Clopidogrel Therapy," *JAMA* 302, no.8 (August 26, 2009).

Silver D, Huang A, Maddison CJ, et al. "Mastering the Game of Go With Deep Neural Networks and Tree Search". *Nature* no. 529, (2016).

Singh, N, and P J Yeh. "Suppressive Drug Combinations and Their Potential to Combat Antibiotic Resistance", *The Journal of Antibiotics*, no. 70, (2017).

Sirota, Marina, et al. "Discovery and Preclinical Validation of Drug Indications using Compendia of Public Gene Expression Data," *Sci Transl Med* 3, no.96 (August 17, 2011).

Siryani, Issa, et al. "Distribution of Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator (CFTR) Mutations in a Cohort of Patients Residing in Palestine," *PLoS One* 10, no. 7 (July 24, 2015).

Skripkin, E, T S McConnell, J DeVito, L Lawrence, J A Ippolito, E M Duffy, J Sutcliffe, J, and F Franceschi. "Rχ-01, a New Family of Oxazolidinones That Overcome Ribosome-Based Linezolid Resistance", *Antimicrob. Agents Chemother*, 52, no.10, (2008).

Slamon, Dennis J, et al. "Human Breast Cancer: Correlation of Relapse and Survival with Amplification of the HER-2/neu Oncogene," *Science 235*, no. 4785 (January 9, 1987).

— “Use of Chemotherapy plus a Monoclonal Antibody against HER2 for Metastatic Breast Cancer that Overexpresses HER2,” *N Engl J Med* 344, no. 11 (March 15, 2001).

—“Adjuvant Trastuzumab in HER2-Positive Breast Cancer,” *N Engl J Med* 365, no. 14 (October 6, 2011).

Slodkowska, Elzbieta, A, and Jeffrey S Ross. “MammaPrint 70-gene Signature: Another Milestone in Personalized Medical Care for Breast Cancer Patients,” *Expert Rev Mol Diagn* 9, no.5 (July 2009).

Smyth, Phillip. *The Shiite Jihad in Syria and its Regional Effects* (Washington: Washington Institute for Near East Policy, 2015).

Soria, Luis F, et al. “Association between a Specific Apolipoprotein B Mutation and Familial Defective Apolipoprotein B-100,” *Proc Natl Acad Sci* 86, no.2 (January 1989).

Stadler, Lukas, K J, and I Sadaf Farooqi. “A New Drug Target for Type 2 Diabetes,” *Cell* 170, no. 1 (June 29, 2017).

Steffen W, Broadgate W, Deutsch L, et al. “The Trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration”. *The Anthropocene Review* no. 2, (2015).

Steffen W, Richardson K, Rockström J, et al. “Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet”. *Science* (2015).

Stiftung, Koerber. “Reinventing ‘Westphalia’: Historical Lessons for a Future Peace in the Middle East”, 2017.

Stiglitz, Joseph E. “Globalization and its New Discontents,” *Project Syndicate* 5, no. 8 (2016).

Stitziel, Nathan O, et al. “ANGPTL3 Deficiency and Protection against Coronary Artery Disease,” *J Am Coll Cardiol* 69, no. 16 (April 25, 2017).

Stock, James. H, and Mark W. Watson. “Business Cycle Fluctuations in US Macroeconomic Time Series,” in *Handbook of Macroeconomics,* no.1, ed. John B. Taylor, Michael Woodford (Amsterdam: North Holland, 1999).

Suzman, R, and J Beard. “Global Health and Aging: Preface,” National Institute on Aging. (October 2011).

Takahashi, Y, and M Igarashi. “Destination of Aminoglycoside Antibiotics in the 'Post-Antibiotic Era'. *J. Antibiot,* 71, no.1, (2018).

Tamma, P. D, S E Cosgrove, and L L Maragakis. “Combination Therapy for Treatment of Infections with Gram-Negative Bacteria”, *Clinical Microbiology Reviews*, 25, no. 3, (2012).

Tan, Tiong Yang, et al. "Diagnostic Impact and Cost-effectiveness of Whole-Exome Sequencing for Ambulant Children with Suspected Monogenic Conditions," *JAMA Pediatr* 171, no. 9 (September 1, 2017).

Tartari, E, D Pires, and D Pittet. "Fighting Antibiotic Resistance is in Your Hands", May 5, 2017. *Lancet. Infect. Dis*, 17, no.5, (2017).

Tavernise, S. "F.D.A. Restricts Antibiotics Use for Livestock", Dec 11 2013, *The New York Times*. (May 1, 2018).

Taylor, Alan J.P. *Origin of the Second World War* (New York: Simon & Schuster Paperbacks, 2005).

Taylor, P. Fierce Biotech. "Gates Foundation and U.K. Pledge $50M to Superbug Treatment Drive". (May 25, 2018).

Tenenbaum JB, Kemp C, Griffiths TL, et al. "How to Grow a Mind: Statistics, Structure, and Abstraction". *Science* no. 331, (2011).

The Council of Europe. *Reference Framework of Competences for Democratic Culture,* (2018).

The World Bank Group, "Trade (% of GDP)," *The World Bank.*

The World Health Organisation, *13th General Programme of Work: Promote Health, Keep the World Safe, Serve the Vulnerable,* (2018).

Tollison, Robert D. "Rent Seeking: A Survey," *Kyklos* 35, no. 4 (1982).

Tomaras, A. P, C J McPherson, M Kuhn, A Carifa, L Mullins, D George, C Desbonnet, T M Eidem, J I Montgomery, M F Brown, U Reilly, A A Miller and J P O'Donnell. "LpxC Inhibitors as New Antibacterial Agents and Tools for Studying Regulation of Lipid A Biosynthesis in Gram-Negative Pathogens", *mBio*, 5, no.5, (2014).

Tommasi, R. D G Brown, G K Walkup, J I Manchester and A A Miller. "Escaping the Labyrinth of Antibacterial Discovery", *Nat. Rev. Drug Discov*, 14, no.8, (2015).

Tutt, Andrew, et al. "Oral Poly (ADP-ribose) Polymerase Inhibitor Olaparib in Patients with BRCA1 or BRCA2 Mutations and Advanced Breast Cancer: a Proof-of-Concept Trial," *Lancet* 376, no. 9737 (July 24, 2010).

UAE pledges 30m Euros for G5 Sahel Joint Force, WAM, December 14, 2017: http://wam.ae/en/details/1395302654078

Ueda, K, and T Beppu. "Antibiotics in Microbial Coculture", *The Journal of Antibiotics,* 70, (2016).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects: The 2017 Revision.*

United States Mission to the United Nations, "Ambassador Haley on Weapons of Iranian Origin Used in Attack on Saudi Arabia," Press Release, November 7, 2017.

UNRISD. *Combating Poverty and Inequality: Structural Change, Social Policy and Politics,* (France: United Nations Research Institute for Social Development (UNRISD), 2010).

Van Boeckel, T. P, C Brower, M Gilbert, B T Grenfell, S A Levin, T P Robinson, A Teillant, and R Laxminarayan. "Global Trends in Antimicrobial Use in Food Animals". *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 112, no.18, (2015).

Van Creveld, Martin. *The Transformation of War* (New York: Simon and Schuster, 2009).

Van de Vijver, Marc J, et al. "A Gene-Expression Signature as a Predictor of Survival in Breast Cancer," *N Engl J Med* 347, no.25 (December 19, 2002).

Van Duijn, P. J, W Verbrugghe, P G Jorens, F Spohr, D Schedler, M Deja, A Rothbart, D Annane, C Lawrence, J C N Van, B Misset, M Jereb, K Seme, F Sifrer, V Tomic, F Estevez, J Carneiro, S Harbarth, M J C Eijkemans, M Bonten, and S Consortium, S. "The effects of Antibiotic Cycling and Mixing on Antibiotic Resistance in Intensive Care Units: a Cluster-Randomised Crossover Trial", *Lancet Infect Dis*, 18, no.4, (2018).

Van Evera, Stephen. "The Cult of the Offensive and the Origins of the First World War," *International Security*, 9, no.1 (Summer 1984).

Van Goor, Fredrick, et al. "Rescue of CF Airway epithelial Cell Function in Vitro by a CFTR Potentiator, VX-770," *Proc Natl Acad Sci* 106, no. 44 (November 3, 2009).

Vanscoy, Lori, L, et al. "Heritability of lung disease severity in cystic fibrosis," Am J Respir Crit Care Med 175, 10 (2007 May 15).

Vecsler, Manuela, et al. "Combined Genetic Profiles of Components and Regulators of the Vitamin K-Dependent Gamma-Carboxylation System Affect Individual Sensitivity to Warfarin," *Thromb Haemost* 95, no.2 (February 2006).

Velkov, T, A Gallardo-Godoy, J D Swarbrick, M A T Blaskovich, A G Elliott, M L Han, P E Thompson, K D Roberts, J X Huang, B Becker, M S Butler, L H Lash, S T Henriques, R L Nation, S Sivanesan, M A Sani, F Separovic, F. H Mertens, D Bulach, T Seemann, J Owen, J Li and M A Cooper. "Structure, Function, and Biosynthetic Origin of Octapeptin Antibiotics Active against Extensively Drug-Resistant Gram-Negative Bacteria", *Cell Chem Biol*, 25, no.4, (2018).

Venter, John, C, et al. "The Sequence of the Human Genome," *Science* 291, no. 5507 (February 16, 2001).

Vermote, A, and S Van Calenbergh. "Small-Molecule Potentiators for Conventional Antibiotics against Staphylococcus aureus", *ACS Infect. Dis*, 3, no.11, (2017).

Villegas-Ruiz, Vanessa, et al. "Quality Control Usage in High-Density Microarrays Reveals Differential Gene Expression Profiles in Ovarian Cancer," *Asian Pac J Cancer Prev* 17, no.5 (2016).

Voltaire, *Philosophical Dictionary* (New York: Carlton House).

Von Nussbaum, F, M Brands, M, B Hinzen, S Weigand and D Habich. "Antibacterial Natural Products in Medicinal Chemistry–Exodus or Revival?" *Angew Chem Int Ed Engl*, 45, no.31, (2006).

Walley, Christine J. "Trump's Election and the 'White Working Class': What We Missed," *American Ethnologist* 44, no. 2 (2017).

Walpole J, Papin JA and Peirce SM, "Multiscale Computational Models of Complex Biological Systems". *Annual Review of Biomedical Engineering* no. 15, (2013).

Walsh, T. R, and Y Wu. "China Bans Colistin as a Feed Additive for Animals", *Lancet. Infect. Dis*, 16, no.10, (2016).

Wang, Jian-Ye, and Magnus Blomström. "Foreign Investment and Technology Transfer: A Simple Model," *European economic review* 36, no. 1 (1992).

Waters CN, Zalasiewicz J, Summerhayes C, et al. "The Anthropocene is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene". *Science* (2016).

Watson, James, D, and Francis H C Crick. "Molecular Structure of Nucleic Acids; a Structure for Deoxyribose Nucleic Acid," *Nature* 171, no. 4356 (April 25, 1953).

Weber, Max. *The Vocation Lectures* (New York: Hackett Publishing Company, 2004).

Wellcome Trust. "Antibiotic resistance Poorly Communicated and Widely Misunderstood by UK Public".

Wilson, Michael R, et al. "Actionable Diagnosis of Neuroleptospirosis by Next-Generation Sequencing," *N Engl J Med* 370, no.25 (June 19, 2014).

Won, Hong-Hee, et al. "Disproportionate Contributions of Select Genomic Compartments and Cell Types to Genetic Risk for Coronary Artery Disease," *PLoS Genet* 11, no. 10 (October 28, 2015).

Wooster, Richard, et al. "Identification of the Breast Cancer Susceptibility Gene BRCA2," *Nature* 378, no. 6559 (December 21, 1995).

"World Antibiotic Awareness Week, 12-18 November 2018", (May 25, 2018).

World Health Organisation. "Hand Hygiene a Key Defence in Europe's Fight against Antibiotic Resistance," (May 20, 2018).

World Health Organization. "Urgent Action Needed to Prevent a Return to Pre-Antibiotic Era," (September 9, 2015).

"World Population Prospects: The 2010 Revision, United Nations." Adapted from "Global Health & Aging", World Health Organization, 2011.

World Trade Organization, "Understanding the WTO - The GATT Years: from Havana to Marrakesh,"

World Trade Organization, "Understanding the WTO - The Uruguay Round".

Wysowski, Diane K, et al, "Bleeding Complications with Warfarin use: a Prevalent Adverse Effect Resulting in Regulatory Action," *Arch Intern Med* 167, no.13 (July 9, 2007).

Xie, Hong-Guang, et al. "Molecular Basis of Ethnic Differences in Drug Disposition and Response," *Annu Rev Pharmacol Toxicol* no. 41 (2001).

Yamagata, Kazuya, et al. "Mutations in the Hepatocyte Nuclear Factor-4Alpha Gene in Maturity-Onset Diabetes of the Young (MODY1)," *Nature* 384, no. 6608 (December 5, 1996).

Yang, Yao, et al. "Sequencing the CYP2D6 Gene: From Variant Allele Discovery to Clinical Pharmacogenetic Testing," *Pharmacogenomics* 18, no. 7 (May 2017).

Yeoh, Eng-Juh, et al. "Classification, Subtype Discovery, and Prediction of Outcome in Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia by Gene Expression Profiling," *Cancer Cell* 1, no.2 (March 2002).

Zak, Paul J, and Stephen Knack. "Trust and Growth," *The Economic Journal* 111, no. 470 (2001).

Zdravkovic, Slobodan, et al. "Heritability of Death from Coronary Heart Disease: a 36-year Follow-up of 20 966 Swedish Twins," *J Intern Med* 252, no.3 (September 15, 2004).

Zedong, Mao. *On Guerilla Warfare* (Chicago: University of Illinois Press, 2000).

Zehir, Ahmet, et al. "Mutational Landscape of Metastatic Cancer revealed from Prospective Clinical Sequencing of 10,000 Patients," *Nat Med* 23, no. 6 (June 2017).

Zhang, Xin-Lin, et al. "Safety and Efficacy of Anti-PCSK9 Antibodies: a Meta-Analysis of 25 Randomized, Controlled Trials," *BMC Med* no. 13 (June 23, 2015).

Zhou, Caicun, et al. "Erlotinib Versus Chemotherapy as First-Line Treatment for Patients with Advanced EGFR Mutation-Positive Non-Small-Cell Lung Cancer (OPTIMAL, CTONG-0802): a Multicentre, Open-Label, Randomised, Phase 3 Study," *Lancet Oncol* 12, no. 8 (August 2011).

الفهارس

أ

ح

ر

ز

س

ش

ص

ط

م

ن

هـ